UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA BÁSICA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS APLICADAS Y HUMANÍSTICAS

MÉRIDA – VENEZUELA

DESARROLLO DE UN TUTORIAL DIGITAL INTERACTIVO PARA EL ESTUDIO DEL PLANO EN EL SISTEMA DIÉDRICO

Trabajo presentado como credencial
de mérito para ascender a la
categoría de profesor Agregado

Profesor Ingeniero Jorge Luis Calderón Salcedo

Mérida, Abril de 2011

A mis hijos, Jorge y Valentina
A mis estudiantes de todas las épocas

TABLA DE CONTENIDO

Pp

AGRADECIMIENTO………………………………………………………………………………. i

ÍNDICE DE TABLAS……………………………………………………………………………… ii

ÍNDICE DE FIGURAS…………………………………………………………………………….. iii

PRESENTACIÓN………………………………………………………………………………... v

RESUMEN……………………………………………………………………………………….. vii

INTRODUCCIÓN……………………………………………………………………………….. viii

CAPÍTULO I: Planteamiento del problema…………………………………………………………… 1

1.1 Definición del problema…………………………………………………………………. 1

1.2 Objetivo general…………………………………………………………………………. 2

1.3 Objetivos específicos……………………………………………………………………….. 2

1.4 Alcances y limitaciones………………………………………………………………….. 3

CAPÍTULO II: Marco Referencial……………………………………………………………………. 4

2.1 Antecedentes……………………………………………………………………………... 4

2.2 El Software educativo……………………………………………………………………. 6

2.2.1 El docente y la informática educativa…………………………………………… 6

2.2.2 Características del Software Educativo…………………………………………. 7

2.3 El modelo de enseñanza directa………………………………………………………….. 9

2.3.1 Los modelos de enseñanza conductistas………………………………………… 9

2.3.2 El aprendizaje para el dominio…………………………………………………. 10

2.3.3 La enseñanza directa……………………………………………………………. 11

CAPÍTULO III: Metodología………………………………………………………………………. 15

3.1 Metodologías de desarrollo de software…………………………………………………. 15

3.1.1 Desarrollo en Cascada…………………………………………………………... 16

3.1.2 Modelo en Espiral………………………………………………………………. 17

3.1.3 Programación Extrema………………………………………………………….. 18
3.2 Metodología de Galvis para el desarrollo de materiales educativos computarizados……... 21
3.2.1 Análisis de necesidades educativas……………………………………………… 22
3.2.2 Diseño……………………………………………………………………………… 22
3.2.3 Desarrollo……………………………………………………………………….. 23
CAPÍTULO IV: Desarrollo del tutorial "El Plano en el Sistema Diédrico"……………………………... 25
4.1 Análisis de necesidades……………………………………………………………….. 25
4.2 Diseño………………………………………………………………………………….. 26
4.2.1 Entorno de Diseño………………………………………………………………. 26
4.2.2 Diseño Educativo o Instruccional………………………………………………. 28
4.2.3 Diseño de la Interfaz Gráfica y de Navegación…………………………………. 40
4.3 Desarrollo……………………………………………………………………………… 45
4.3.1 Dinámica y Herramientas de trabajo……………………………………………. 45
4.3.2 Evaluación del prototipo por parte de expertos…………………………………. 51
4.4 Prueba Piloto…………………………………………………………………………... 53
4.4.1 Diseño de la prueba……………………………………………………………… 53
4.4.2 Pruebas estadísticas……………………………………………………………… 54
4.4.3 Resultados………………………………………………………………………. 55
4.4.4 Discusión……………………………………………………………………….... 57
4.5 Prueba de Campo……………………………………………………………………… 58
4.5.1 Diseño de la prueba……………………………………………………………… 58
4.5.2 Resultados……………………………………………………………………….. 59
4.5.2 Discusión……………………………………………………………………….... 66
CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones……………………………………………………… 68
5.1 Conclusiones…………………………………………………………………………... 68
5.2 Recomendaciones……………………………………………………………………... 69
REFERENCIAS……………………………………………………………………………………. 70
ANEXOS……………………………………………………………………………………………. 72

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso, por otorgarme la capacidad de aprender y de enseñar.

A los estudiantes de la sección 07 de Sistemas de Representación 10 (Semestre B-2010) por su invaluable colaboración.

A los Profesores Beatriz Sandia, Marisela Olarte y Pedro Araujo, por su contribución en la evaluación del tutorial *El Plano en el Sistema Diédrico*.

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y Artístico (CDCHTA) de la Universidad de Los Andes, cuyo apoyo financiero permitió la culminación de este trabajo.

ÍNDICE DE TABLAS

	Pp
Tabla Nº1: Evaluación cuantitativa de la Asignatura Sistemas de Representación 10 durante el Semestre B-08……………………………………………………………………………………….	1
Tabla Nº2: Resultados de la evaluación de la herramienta por parte de expertos………………………..	52
Tabla Nº3: Operacionalización de las variables en la Prueba Piloto…………………………………..	54
Tabla Nº4: Prueba Piloto: Resultados de la prueba de rendimiento por grupos………………………….	55
Tabla Nº5: Prueba Piloto: Estadísticos de la dimensión Dominio de Aspectos Teóricos………………..	55
Tabla Nº6: Prueba Piloto: Contraste de medias para la dimensión Dominio de Aspectos Teóricos……..	56
Tabla Nº7: Prueba Piloto: Estadísticos de la dimensión Capacidad de Resolución de Problemas……….	56
Tabla Nº8: Prueba Piloto: Contraste de medias para la dimensión Capacidad de Resolución de Problemas…………………………………………………………………………………………	57
Tabla Nº9: Prueba Piloto Correlación entre Dominio de Aspectos Teóricos y Capacidad de Resolución de Problemas…………………………………………………………………………………...	57
Tabla Nº10: Prueba de Campo: Resultados de la prueba de rendimiento………………………………..	59
Tabla Nº11: Prueba de Campo: Prueba de Rendimiento. Estadísticos para la dimensión Dominio de Aspectos Teóricos………………………………………………………………………………...	60
Tabla Nº12: : Prueba de Campo: Prueba de Rendimiento. Estadísticos para la dimensión Capacidad de Resolución de Problemas…………………………………………………………………………………………	61
Tabla Nº13: de Campo: Estadísticos para la calificación global…………………………………………	62
Tabla Nº14: Prueba de Campo: Coeficientes de Sesgo y de Curtosis……………………………………	63
Tabla Nº15: Prueba de Campo: Resultados de la Encuesta Final………………………………………..	64
Tabla Nº16: de Campo: Encuesta Final. Distribución de Frecuencias…………………………………...	64
Tabla Nº17: Prueba de Campo: Encuesta Final. Estadísticos…………………………………………….	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Fig. 1: Modelo para el desarrollo de materiales educativos computarizados (MEC) de Álvaro Galvis…. 21

Fig. 2: Casos de uso……………………………………………………………………………………… 41

Fig. 3: Esquema de Pantalla de Contenido……………………………………………………………. 41

Fig. 4: Esquema de Pantalla de Ejemplo de Aplicación………………………………………………. 42

Fig. 5: Esquema de Pantalla de Cuestionario…………………………………………………………. 42

Fig. 6: Esquema de Pantalla de Ejercicio de Aplicación……………………………………………… 43

Fig. 7: Esquema de Pantalla de Autoevaluación……………………………………………………… 43

Fig. 8: Esquema Menú Principal: Ir a Tema………………………………………………………….. 44

Fig. 9: Esquema Menú Principal: Recursos…………………………………………………………… 44

Fig. 10: Esquema de Pantalla Emergente Acerca de………………………………………………….. 44

Fig. 11: Propiedades de la Herramienta………………………………………………………………. 47

Fig. 12: Barra de Herramientas de Neobook®……………………………………………………….. 48

Fig. 13: Edición de textos, imágenes y otros elementos……………………………………………… 48

Fig. 14: Inserción de botones de navegación………………………………………………………… 48

Fig. 15: Inserción de cronómetro y acciones que ejecuta…………………………………………….. 49

Fig. 16: Propiedades de botón en práctica guiada y en autoevaluación……………………………… 49

Fig. 17: Modo Prueba de Ejecución…………………………………………………………………… 50

Fig. 18: Elementos de ayuda de la herramienta……………………………………………………….. 50

Fig. 19: Opciones de Compilación/Publicación de la herramienta desarrollada……………………… 51

Fig. 20: Prueba de Campo. Prueba de Rendimiento Dimensión Dominio de Aspectos Teóricos. 60
Distribución de frecuencias. Gráfico de barras………………………………………………………..

Fig. 21: Prueba de Campo. Prueba de Rendimiento. Distribución de frecuencias. Gráfico por sectores... 61

Fig. 22: Prueba de Campo. Prueba de Rendimiento. Dimensión Capacidad de Resolución de Problemas. Distribución de frecuencias. Gráfico de barras…………………………………………… 61
Fig. 23: Prueba de Campo. Prueba de Rendimiento. Capacidad de Resolución de Problemas. Distribución de frecuencias. Gráfico por sectores…………………………………………………….. 62
Fig. 24: Prueba de Campo. Prueba de Rendimiento. Calificación Global. Distribución de frecuencias. Gráfico de barras…………………………………………………………………………………… 62
Fig. 25: Prueba de Campo. Prueba de Rendimiento. Calificación Global. Distribución de frecuencias. Gráfico por sectores…………………………………………………………………………………… 63
Fig. 26: Prueba de Campo. Encuesta Final. Distribución de frecuencias. Gráfico de barras……………. 65
Fig. 27: Prueba de Campo. Encuesta Final. Distribución de frecuencias. Gráfico por sectores…………. 66

PRESENTACIÓN

La ingeniería es, a la vez, ciencia y arte. Es ciencia, ya que requiere del método científico para aplicar el conocimiento de las ciencias naturales y las matemáticas a la resolución racional de problemas planteados por la sociedad a partir de necesidades concretas. Es arte, pues la resolución de tales problemas involucra necesariamente un componente importante de creatividad, el cual permite la generación de propuestas eficaces y eficientes a partir de recursos limitados, siempre procurando respetar el ambiente natural y las peculiaridades culturales de los pueblos. En consecuencia, la ingeniería persigue la simplificación – en la medida de lo posible – de los procesos asociados a su ejercicio, sin menoscabar el fundamento epistemológico de su esencia, el cual se erige sobre una serie de disciplinas consideradas como básicas: matemáticas, física, química, representación gráfica e informática, a partir de cuyo dominio se estudian aplicaciones específicas de acuerdo con cada especialidad. Así, el ingeniero electricista y el ingeniero mecánico requieren de la misma base fundamental en lo que a física se refiere, pero luego, el primero ahonda en la electricidad y el magnetismo, mientras que el segundo hace hincapié en la dinámica de cuerpos rígidos, la resistencia de materiales y la mecánica de los fluidos.

Lo anterior también es válido en el campo de la representación gráfica: si bien cada ingeniero especialista maneja un tipo diferente de plano, todos deben ser competentes en la reconstrucción mental y gráfica de objetos tridimensionales en general, partiendo de un dibujo en dos dimensiones y viceversa. Esta habilidad requiere de un entrenamiento sistemático en los denominados sistemas de representación, y está determinada por la capacidad de visualización de cada individuo. Aunado a esto, se requiere de la aplicación de un razonamiento lógico-sistemático, necesario para el análisis y resolución de problemas geométricos o de cualquier otra índole. En el marco del plan de estudios de cualquier carrera de ingeniería a nivel mundial, este tipo de habilidades son – o se pretende que sean – desarrolladas por asignaturas específicas estructuradas en áreas o ejes formativos, comenzando generalmente por el estudio formal de Geometría Descriptiva bajo el clásico esquema diédrico o de Monge, el cual es, sin duda, el más adecuado para lograr las metas educativas antes planteadas.

Independientemente de la concepción filosófica de cada universidad o instituto politécnico, existe un aspecto crítico en el aprendizaje de la Geometría Descriptiva y en el desarrollo de las competencias de visualización espacial y de resolución de problemas: no todos los estudiantes de nuevo ingreso a las carreras de ingeniería completan su formación en los aspectos mencionados, en la medida y tiempo requeridos para continuar una exitosa prosecución académica. Varios son los factores que afectan esta situación: debilidades en la formación básica y media, bajo nivel de motivación al aprendizaje, recursos didácticos deficientes y estrategias didácticas inapropiadas. El primer factor escapa de la acción directa de los docentes responsables de la asignatura en el ámbito universitario; pero los demás pueden ser modificados mediante la intervención de dichos responsables. El autor del presente trabajo está convencido de que el análisis crítico de la praxis

educativa es fundamental, como primer paso para lograr el aumento de la eficiencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Geometría Descriptiva, análisis que necesariamente debe desembocar en la adaptación o creación de técnicas y recursos innovadores, que impacten positivamente en el rendimiento de los estudiantes.

En este proceso de análisis crítico e innovación, se presentan como alternativa los recursos tecnológicos computacionales desarrollados recientemente, cada vez más avanzados y cada vez más accesibles. El presente trabajo constituye la síntesis de un largo proceso de consulta e investigación, de prueba y error, de alegrías y frustraciones, en fin, de arduo trabajo dirigido a la mejora del rendimiento de los estudiantes de ingeniería, razón de ser y esperanza de la Universidad y de la Nación, quienes en su primer semestre se enfrentan a una nueva realidad educativa, lo que reclama el mayor esfuerzo por parte de quienes, en su calidad de docentes, atienden a esa población.

RESUMEN

En este trabajo se reseña el proceso de desarrollo de una aplicación informática, que tiene como propósito contribuir con el mejoramiento de la comprensión de los aspectos conceptuales y procedimentales de la Geometría Descriptiva, a través de la visualización de modelos geométricos tridimensionales - estáticos y animados - enmarcados en una presentación de contenidos acompañada de ejercicios y evaluaciones, todo ello respondiendo diseño instruccional cuidadosamente elaborado. El software, que tiene por nombre “El Plano en el Sistema Diédrico”, posee la características de un tutorial interactivo y está dirigido a los estudiantes del primer semestre de las carreras de ingeniería de la Universidad de Los Andes (ULA) que cursan la asignatura Sistemas de Representación 10, como soporte para el docente en las clases presenciales y como material auxiliar para el repaso por parte del estudiante en el hogar. Su contenido, en la primera versión, abarca los temas referentes a la proyección diédrica del plano, así como las rectas notables contenidas en él, y su abatimiento para la visualización del verdadero tamaño de figuras planas.

La metodología de desarrollo seleccionada es la de Galvis (1992), la cual responde a un modelo tradicional en cascada que privilegia los aspectos académicos inherentes a un material con las características que el producto generado presenta.

Una vez superadas las pruebas previstas y cumplidas las etapas contempladas en el modelo metodológico, se obtuvo un prototipo listo para ser implementado en las aulas de clase. Se espera el veredicto de otros docentes y estudiantes involucrados, a fin de mejorar o reorientar el diseño presentado.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo constituye el resultado de un largo proceso de investigación y desarrollo en el campo de la informática educativa, enmarcado en la línea de investigación que el autor ha asumido como eje de su quehacer académico, en su papel de docente a dedicación exclusiva con categoría de asistente, adscrito al Departamento de Ciencias Aplicadas y Humanísticas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes (ULA). La principal motivación que ha inspirado su desarrollo, no es otra que la de contribuir con el mejoramiento de la docencia de pregrado en la etapa inicial de las carreras ofertadas por la Facultad de Ingeniería, mediante la incorporación de las tecnologías de la comunicación e información (TIC) a la actividad académica de los estudiantes. Adicionalmente, la obra se presenta como una credencial de mérito para el ascenso a la categoría de profesor agregado, cumpliendo así con lo establecido con el Estatuto del Personal Docente y de Investigación de la ULA.

El trabajo puede ser catalogado como un proyecto factible, materializado en una propuesta de modelo viable para la solución de un problema en particular, sustentado en una revisión de tipo documental y apoyado, en la etapa de desarrollo, en un trabajo de campo de tipo cuasiexperimental; éste último como parte del proceso de evaluación del material educativo computacional generado.

La metodología de trabajo seguida corresponde a un modelo de desarrollo de software en cascada, adaptado a las necesidades educativas propias de la población a la que va dirigida y del área de conocimiento específica: la Geometría Descriptiva.

Los recursos empleados en el proceso de desarrollo de la investigación incluyen equipos de computación, programas de dibujo asistido por computadora, aplicaciones de autor para la producción de software, entre otros.

El documento resume el proceso de desarrollo de una herramienta educativa computacional denominada “El Plano en el Sistema Diédrico”, concebida como un tutorial interactivo de corte lineal. El primer capítulo sintetiza la realidad que se pretende modificar, los objetivos y alcances de la investigación. En el segundo capítulo, se presentan antecedentes y referentes teóricos que sirven como punto de partida y basamento del proceso seguido. El tercer capítulo trata de las diferentes metodologías de desarrollo de software, concentrándose en la metodología seleccionada como referencia para el desarrollo de la herramienta presentada. El cuarto capítulo resume y documenta el proceso de desarrollo del producto, desde el análisis hasta la parte final del desarrollo: las pruebas piloto y de campo y sus resultados. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones que el autor ha elaborado luego del análisis de las evidencias recabadas.

CAPÍTULO I

Planteamiento del problema

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La Geometría Descriptiva es una disciplina a través de la cual la realidad geométrica tridimensional es representada sobre superficies planas mediante el uso de los denominados Sistemas de Representación (Osers y otros, 2006). Para que la persona dedicada al estudio de esta área de conocimiento – fundamentalmente los estudiantes de ingeniería, arquitectura y diseño gráfico – logre ese cometido es imprescindible un buen nivel de comprensión de los aspectos teóricos involucrados, óptima capacidad de visualización del espacio tridimensional y dominio suficiente de los procedimientos inherentes a la asignatura. A través del uso del computador, es posible facilitar la representación gráfica, permitiendo además la interactividad con el alumno que recibe la información y genera el conocimiento en su sistema cognitivo. La informática permite simular procesos complejos y potencia el trabajo independiente, al tiempo que reduce el tiempo empleado para la presentación de objetos gráficos.

En las actualidad, el método didáctico empleado por los profesores del área de Sistemas de Representación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, es el de exposición y práctica, empleando como recursos fundamentales el pizarrón, tiza o marcador (en el caso del profesor) y láminas e instrumentos de dibujo técnico (en el caso de los estudiantes). Bajo este esquema, la efectividad de los elementos gráficos presentados, tanto espaciales como bidimensionales, depende de la destreza del docente como dibujante y de la habilidad del estudiante para captar el dinamismo propio de los contenidos a partir de figuras estáticas. Y , dado que el dominio de las bases teóricas es condición sine qua non para la comprensión y correcta ejecución de los problemas geométricos, se tiene que el rendimiento académico en las asignaturas del área es tal que aproximadamente la mitad de las personas que inscriben la asignatura Sistemas de Representación 10 logran aprobarla. El desempeño de los estudiantes de la asignatura Sistemas de Representación 10 - correspondiente al Primer Semestre en Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes (ULA) - muestra características alarmantes, de acuerdo con los datos aportados por el Departamento de Ciencias Aplicadas y Humanísticas y que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla Nº 1: Evaluación cuantitativa de la Asignatura Sistemas de Representación 10 durante el Semestre B-08 (Fuente: Oficina de registros estudiantiles de la Facultad de Ingeniería de la ULA)

Estatus	Cantidad	Porcentaje
Inscritos	577	100
Retirados (legal o voluntariamente)	191	33,1
Ausentes	68	11,8
Aprobados	203	35,2
Reprobados	115	19,9

Como puede verse, únicamente el 35,2% de los estudiantes inscritos al inicio del Semestre A-10 aprobaron la materia. En ese mismo período lectivo, el 19,9% de los alumnos reprobó, el 11,8% nunca asistió a clases y el 33,1% retiró su inscripción o la misma le fue retirada por reglamento.

De acuerdo con la percepción de docentes experimentados, la principal causa del bajo rendimiento de los alumnos radica en la forma mediante la cual se presentan los contenidos teórico-prácticos, dado que, por las características propias del área de conocimiento (Geometría Descriptiva) resulta vital que el estudiante "vea" la realidad tridimensional y sea capaz de representarla en una superficie plana.

De manera particular, los resultados de la evaluación en el Tema II son especialmente bajos, pues es en esta parte en la que los procedimientos comienzan adquirir un grado mayor de complejidad; es por ello que el presente proyecto focaliza su atención en esa sección del programa de la asignatura. Asimismo y como consecuencia de lo anterior, la mayor parte de las deserciones y los retiros se producen al culminar ese segundo tema.

Ante esta realidad, se plantea el desarrollo de una herramienta computacional que permita al docente mostrar e contenido acompañado de un material gráfico (estático y animado) de alta calidad y que, al mismo tiempo, ofrezca al alumno un instrumento para el repaso de los aspectos teóricos tratados y la posibilidad de ejercitación guiada y autoevaluación.

1.2 OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal de este trabajo de investigación es la realización de un módulo informático tipo tutorial para apoyar el estudio del plano en el Sistema Diédrico, como parte del programa de la asignatura Sistemas de Representación 10 (Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes).

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer los requerimientos educativos y técnicos necesarios para el desarrollo de un tutorial electrónico destinado al estudio del plano en el Sistema Diédrico.
- Elaborar un diseño instruccional acorde con las necesidades planteadas y con las características del tema a ser estudiado.
- Diseñar una interfaz que sea accesible y amigable para los usuarios potenciales del tutorial, en este caso los estudiantes.
- Diseñar una estructura de navegación que permita la operacionalización del diseño instruccional.
- Desarrollar la herramienta informática diseñada, documentando adecuadamente este proceso.
- Evaluar la herramienta desarrollada en cuanto a su funcionamiento y aceptación, tanto por parte de personal experto, como por parte de los usuarios.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

La herramienta informática desarrollada se enfoca de manera puntual en uno de los temas de la asignatura Sistemas de Representación 10, asignatura obligatoria delo primer semestre en la Facultad de Ingeniería de la ULA (todas las opciones). Forma parte de la línea de investigación del autor, como especialista en informática aplicada a la educación, orientada a la transformación del ambiente académico en el que se verifica la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría Descriptiva, con miras a la adecuación tecnológica de los recursos y las estrategias empleadas.

Dadas las limitaciones económicas que plantea la realidad universitaria venezolana, el autor de este trabajo funge como experto en Geometría Descriptiva, experto en diseño instruccional y experto en diseño computacional, contando con el apoyo desinteresado de personas calificadas en éste último campo.

Desde el punto de vista de su aplicación, la herramienta desarrollada puede ser empleada de dos formas: fundamentalmente como ayuda al estudiante en su actividad de repaso fuera del aula de clase, pero también como apoyo del docente en sus clases presenciales. Eventualmente, la herramienta permitiría también apoyar cursos a distancia implementados en plataformas electrónicas de aprendizaje.

CAPÍTULO II

Marco Referencial

2.1 Antecedentes

Desde hace varias décadas, la comunidad mundial de investigadores en el área de la educación han realizado esfuerzos para integrar los avances tecnológicos computacionales – cada vez más vertiginosos – en el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje, bien como potenciales recursos para el mejoramiento de la praxis docente y la facilitación de la asimilación de los contenidos, bien como herramientas dirigidas al apoyo del autoaprendizaje y de los esquemas de estudio independiente a distancia. La dinámica propia de esta integración ha dado origen a la fusión de la informática y la didáctica, en lo que se ha denominado comúnmente como *tecnologías de la información y la comunicación* (TIC) *aplicadas la educación, Informática Educativa o Edumática*. Esta fusión ha abierto la puerta a una serie de debates en torno a la vigencia de técnicas didácticas tradicionales, a la concepción de escuela y universidad, al papel que deben desempeñar los docentes, al rol que deben asumir los estudiantes, e incluso, al protagonismo del material impreso como recurso fundamental de consulta; debates que actualmente continúan y que han suscitado el surgimiento de propuestas alternativas y de posibilidades insospechadas hace apenas treinta años.

Es innegable el impacto positivo que la informática educativa ha tenido en los procesos de formación de profesionales, sobre todo en el campo de la ciencia y la tecnología. Pero también es un hecho que las características propias del proceso innovador, la facilidad – cada vez mayor – de producción de recursos tecnológicos y la rapidez con que se verifican los avances en esta materia, han permitido la proliferación de materiales educativos computacionales carentes de sustento teórico-metodológico, creados por ideas, sueños o caprichos individuales y, a menudo, generados sin un exhaustivo estudio previo de necesidades. A esto se añade la frecuente falta de procesos de validación que asegure la calidad didáctica y técnica de dichos productos. Una búsqueda más o menos profunda en la Internet puede permitir a cualquier usuario encontrar un cúmulo de recursos educativos digitales, muchos de los cuales presentan las falencias señaladas.

En lo que respecta al área de Geometría Descriptiva, es de hacer notar que los adelantos en video e imagen digital, así como en el modelado de objetos tridimensionales, han fomentado el desarrollo de ayudas didácticas con el objetivo de facilitar la comprensión de la geometría del espacio, es decir, propiedades de elementos geométricos, relaciones entre ellos y su representación en el plano; estas ayudas se presentan en diferentes modalidades, siendo la enseñanza asistida la más empleada. En las siguientes líneas se presenta una breve reseña de algunos ejemplos de materiales educativos computarizados orientados a la enseñanza y el aprendizaje de Geometría Descriptiva, que constituyen valiosos antecedentes del presente trabajo.

En los últimos años se han producido múltiples recursos computacionales para el apoyo de la enseñanza de Geometría Descriptiva en el ámbito iberoamericano, incluso disponibles a través de Internet. Uno de ellos es "Vistas", un sitio web cuyo principal objetivo es introducir al estudiante en la asignatura, presentando animaciones y ejercicios referentes a la construcción de las vistas ortogonales de un sólido. Estas páginas sobre vistas (http://www.isftic.mepsyd.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2002/geometria_vistas) tratan de acercar la ciencia de la Geometría Descriptiva a alumnos de Bachillerato en España, de forma clara, sencilla e interactiva. No es una simple web informativa, sino una herramienta de trabajo atractiva y eficaz para introducir a los alumnos en un tema tan árido como la Geometría Descriptiva. El objetivo principal de estas páginas es que el alumno sea capaz de representar sobre el plano una pieza tridimensional, utilizando el Sistema Diédrico y viceversa. Sin embargo, su contenido no ofrece la amplitud y profundidad requerida por los cursos de Sistemas de Representación 10 de la Facultad de Ingeniería de la ULA.

Otros trabajos constituyen importantes aportes como herramientas para el dibujo a través del computador. Tal es el caso del programa Procecad®, desarrollado en Venezuela por Padrón (2008) a manera de asistente de dibujo computarizado, el cual opera mediante la ejecución secuencial de procedimientos, resultando de suma utilidad para la elaboración de ejemplos y ejercicios. En esa misma dirección apunta la aplicación Descriptive Geometry®, desarrollado en la República Checa por Plavjanick (1999). La versión más reciente fue lanzada al mercado en 2006.

Un elemento común a los productos arriba señalados es su debilidad en cuanto al soporte desde el punto de vista didáctico, el cual consiste en el análisis de las necesidades educativas y el diseño instruccional del material formativo objeto del aprendizaje del alumno. Por otra parte, no está clara la metodología empleada por los autores en lo que al desarrollo del software se refiere.

En la Universidad de Los Andes (ULA) destaca el "Tutorial de Geometría Descriptiva" desarrollado por el Profesor Alberto Pérez García, disponible también en la red como libro electrónico. Este material ofrece información valiosa y recursos gráficos de interés, pero adolece de actividades de práctica asistida y de autoevaluación, que permitan a docentes y estudiantes monitorear el proceso de aprendizaje (Pérez, 2003).

También la ULA (Facultad de Ingeniería), Sandia (2002) desarrolló un tutorial interactivo dirigido al estudio de métodos dinámicos para la obtención del verdadero tamaño de segmentos de recta y de figuras planas (abatimiento y cambios de plano), partiendo de un diseño instruccional sólidamente sustentado y desarrollado siguiendo un esquema metodológico validado. Este recurso presenta los contenidos de forma simple y clara, presentando siempre ejercicios de selección dirigidos al usuario y apoyados por imágenes descriptivas, potenciando el aprendizaje de conceptos y procedimientos propios del tema, bajo un esquema estructurado a partir de las siguientes funciones:

1. Función de información y orientación, en la que el medio muestra al estudiante las características, composición y estructura del tema de estudio.

2. Función de aplicación, en la que el medio le permite al estudiante ejecutar actividades perceptivas y mentales, así como materializadas al interactuar con el mismo.
3. Función de control, en la que el medio le permite al estudiante tener el control del proceso de aprendizaje en cuanto a la ejecución del multimedia y de las actividades.

En el año 2007 se desarrolló en la Escuela de Ingeniería de Sistema de la ULA una herramienta web, con soporte en software libre, para potenciar el aprendizaje de los conceptos y procedimientos relativos a las proyecciones diédricas de la recta (Rangel, 2006), recurso que incluye estrategias de autoevaluación y recursos tridimensionales interesantes, pero que carece de prácticas dinámicas resueltas paso a paso que orientaran al estudiante en su trabajo independiente.

También en el ámbito de ULA, se cuenta con un prototipo elaborado con el objetivo de mejorar la comprensión de aspectos teóricos relacionados con la proyección diédrica del punto y la recta (Calderón, 2009), que plantea un diseño instruccional cuidadosamente elaborado, traducido en múltiples actividades de adquisición de conceptos, esquematización y autoevaluación, acompañadas de animaciones en 3D en formato de video (AVI). Sin embargo, este material adolece de ejemplos que modelen la resolución de ejercicios prácticos que permitan al estudiante observar en detalle los procedimientos y las técnicas empleadas.

2.2 El Software Educativo

2.2.1 El docente y la informática educativa

Es un hecho innegable que en las últimas dos décadas se ha vuelto ineludible la necesidad de estudiar las relaciones entre la educación y la informática, a objeto de aprovechar el potencial educativo que presentan las herramientas computacionales. Los textos electrónicos, hipertextos, micromundos, simuladores, sistemas expertos, son algunos de los elementos específicos que de forma general se consideran como *software educativo* o, de acuerdo con Galvis (1992), *materiales educativos computarizados* (MEC), es decir, herramientas elaborados en una plataforma informática orientadas a apoyar el desarrollo de temas específicos incluidos en los planes de estudio formal o informal del sistema educativo y que poseen una clara intención pedagógica. Sánchez et al (1999) definen el concepto genérico de software educativo como *"cualquier programa computacional cuyas características estructurales y funcionales sirvan de apoyo al proceso de enseñar, aprender y administrar"*.

El software educativo en los últimos años, ha pasado de ser entendido como un *presentador de información* a ser un componente didáctico interactivo, elaborado a partir de la representación de conocimiento (Maldonado, y otros, 1995), facilitando en el estudiante su construcción mediante el empleo de elementos orientados a la solución de problemas y a general un impacto duradero en su estructura cognitiva.

En este sentido, el rol de la informática en el proceso educativo se caracteriza por ser una herramienta de apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje, en tanto que el software educativo se plantea como un elemento didáctico que diseña ambientes virtuales de aprendizaje sobre la base de los requerimientos

cognitivos de los alumnos. Todo ello implica que en su producción se debe considerar tanto aspectos técnicos como de aprendizaje, curriculares y de contenido. De esta manera, el docente pasa de ser un transmisor de conocimiento sumergido en la cotidianidad monótona de su práctica pedagógica, a ser un desarrollador de materiales elaborados en plataformas informáticas – por tanto, de ambientes de aprendizaje – centrando su tarea pedagógica en la caracterización de las necesidades de los estudiantes y en la implementación de soluciones educativas apoyadas en las tecnologías de la información.

Entendiendo la pedagogía como una "disciplina que tiene por objeto la educación y como funciones la caracterización cultural, la proyección y la intervención de la cultura" (Maldonado, 1995: 326), es preciso concebir la elaboración de proyectos pedagógicos como vías para lograr cambios educativos positivos, propuestas que, partiendo de una situación problemática real del contexto académico, busquen implementar medios y actividades que permitan llegar a una situación ideal, mediante la utilización de recursos y estrategias determinadas previamente. Esta postura trae como consecuencia que el docente reflexione de manera continua sobre su actividad educativa, convirtiéndose en un innovador dentro su práctica pedagógica y en un investigador permanente de la implementación de sus creaciones en los ambientes de aprendizaje.

2.2.2 Características del Software Educativo

En el ámbito de la educación se requiere que el software ostente características que conjuguen elementos de manejo de información, elementos de interfaz, estrategias instruccionales y dominio de un tema específico, de tal manera que se cumpla con los objetivos pedagógicos perseguidos, lo cual representa una tarea compleja. Esta complejidad en la elaboración del software educativo radica en la necesidad de tomar múltiples decisiones de orden técnico, de orden pedagógico y de diseño. Sin embargo, es posible afirmar que el aspecto crucial es el pedagógico, ya que tanto su concepción como las decisiones que se tomen en este aspecto resultan determinantes para configurar las dimensiones restantes (Collazos y Guerrero, 2001).

En función de las necesidades detectadas en el proceso de aprendizaje de los alumnos, es posible desarrollar diferentes tipos de software educativo, cada uno de ellos con propósitos y características bien diferenciadas (Cuadro 1).

Tipo de aplicación	**Propósito**
Tutorial	Busca presentar de forma secuencial el desarrollo de los contenidos específicos del área de conocimiento.
Hipertextos e hipermedias	Buscan proporcionar entornos de aprendizaje no lineales, por medio dl empleo de nodos y enlaces que conforman una red que puede ser transitada de múltiples
Micromundo	Busca proporcionar un entorno de aprendizaje cerrado, desarrollado a partir de la solución de problemas. Los estudiantes pueden explorar y probar sus propias
Práctica y ejercitación	Busca proporcionar ejercicios para lograr la adquisición de una destreza por medio de su realización.
Simulador	Busca proporcionar ambientes de aprendizaje basados en situaciones reales.

Cuadro 1: Tipos de software educativo

Las herramientas educativas computarizadas se componen generalmente de elementos multimediales, tales como textos, sonidos, gráficos, animaciones y videos. Poseen características que, de acuerdo con su propósito, se desarrollan en mayor o menor proporción; otros atributos son deseables en cualquier software con aplicación educativa. Algunas de estas características o atributos son las siguientes:

- Interactividad: entendida como las acciones que el programa permite realizar al usuario y aquellas que este realiza cuando está trabajando con el programa Se relaciona con el nivel de comunicabilidad que tiene el sistema y los diálogos que se establecen entre éste y el usuario. Esto dependerá en gran medida de la interfaz del programa y los medios que utiliza (imágenes, textos, sonido y video).
- Navegabilidad: facilidad que tiene el usuario para desplazarse por las diferentes pantallas que integran el programa a través de diversos elementos como botones o enlaces. Este atributo es posible gracias al conjunto de recursos y estrategias de navegación diseñados para conseguir un resultado óptimo a la hora de localizar de la información.
- Recursividad: entendida como la posibilidad de regresar a un tema de interés desde cualquier punto del software.
- Accesibilidad: facilidad para entrar al programa y, una vez dentro él, a todos los módulos o partes que lo integran.
- Usabilidad: capacidad software para ser atractivo, entendido, utilizado y aprendido por el usuario bajo determinadas condiciones.
- Aplicabilidad: se relaciona con la utilización del software en distintos ámbitos y temas, así como con las aplicaciones que se le puedan dar.
- Pertinencia: relación que tiene el software con las necesidades educativas propias de los usuarios. Permite hacer una valoración directa del software como un recurso didáctico de apoyo para los procesos educativos en el ambiente de aprendizaje.

En lo que respecta a su estructura, las aplicaciones informáticas de tipo educativo pueden poseer uno o varios módulos que se desarrollan en función de los propósitos pedagógicos establecidos. Entre estos módulos están:

- De evaluación de conocimientos o habilidades: ya sea de tipo sumativo o de tipo formativo, a lo largo del desarrollo del programa o al final del mismo.
- De información: a través presentaciones que la contienen en grandes o pequeñas cantidades y a la cual se puede acceder en un determinado lapso tiempo.
- Soportes simbólicos de manipulación símbolos y lenguaje: en los cuales el usuario puede consignar notas, apuntes, dibujos, operaciones matemáticas, etc.
- De actividades directoras: guías de cómo desenvolverse dentro del programa, tales como ayudas y mensajes que proporcionan retroalimentación a las acciones ejecutadas por los usuarios.

- De solución de problemas: presentan situaciones complejas que el usuario debe resolver valiéndose de la ayuda de elementos presentados en el programa.
- De actividades lúdicas: refuerzan la presentación de una habilidad o una información obtenida a través del software mediante juegos.

En las etapas de diseño y el desarrollo de un software educativo se puede utilizar solo un módulo o varios de ellos de acuerdo con los objetivos del mismo. En la mayor parte de los casos se utilizan varios módulos de forma combinada o uno que contenga elementos característicos de varios de ellos.

2.3 EL MODELO DE ENSEÑANZA DIRECTA

2.3.1 Los modelos de enseñanza conductistas

Los modelos conductistas (o conductuales) de aprendizaje y enseñanza se originaron en los clásicos experimentos de Pavlov (1927) sobre el condicionamiento clásico, en el trabajo de Thorndike (1913) sobre el aprendizaje motivado por la recompensa y en los estudios de Watson y Rayner (1921), referidos a la aplicación de los principios de Pavlov a los trastornos psicológicos humanos. A finales de la década de 1950 los educadores comenzaron a utilizar algunos principios conductistas en el ámbito escolar, especialmente los materiales de aprendizaje programado, que tuvieron éxito con ciertos tipos de estudiantes. Durante los cuarenta años siguientes, un número importante de investigaciones demostró la eficacia de las técnicas conductistas en una amplia variedad de problemas de aprendizaje, desde las fobias a asignaturas como las matemáticas, los problemas de comportamiento y la angustia provocada por los exámenes (Joyce et al, 2006). Es por ello que actualmente la teoría conductista ofrece un abanico de modelos útiles para los docentes, planificadores y diseñadores de materiales educativos.

La teoría conductista (o de la conducta) hace énfasis en la conducta observable y asume una postura optimista: si se proporcionan las condiciones correctas y el tiempo suficiente, es posible aprender de forma exitosa. El estímulo inicial evoca una respuesta (conducta) que produce consecuencias, las cuales, siempre que sean reforzadas, aumentan la probabilidad de que un estímulo similar genere la conducta que fue reforzada. Análogamente, cuando las respuestas son negativas, es menos probable que se manifieste la conducta; es así como resultaría posible cambiar las respuestas internas que actúan como mediadoras de nuestras respuestas observables pueden ser modificadas: Por ejemplo, es posible aminorar el miedo al fracaso (respuesta interna) que hace a las personas evitar enfrentarse a situaciones que despiertan ese miedo (respuesta externa).

Por otra parte, la teoría conductista establece que el papel desempeñado por el pasado en la formación de la conducta no tiene una importancia relevante. El docente debe centrarse en crear las condiciones – o en ayudar a los estudiantes a crear estas condiciones – que permitan progresar y gratificarse rápidamente. Un fracaso previo crea condiciones que pueden ser corregidas, sólo que tomará un poco más de tiempo. Partiendo de esta idea, los conductistas organizan la instrucción de modo que resulta altamente probable alcanzar el éxito, para lo cual el material programado se ordena en una secuencia de pasos pequeños que eventualmente

garantizan la exactitud de las respuestas; el refuerzo suministrado al alumno al comprobar que su desempeño es satisfactorio hace que los éxitos sean duraderos y lo estimula a la consecución de nuevas metas. También se refuerza a los estudiantes a través del control de sus entornos, es decir, la posibilidad de manipular los materiales de aprendizaje y en la capacidad de controlar el ritmo del progreso propio. Estas últimas características le son propias a los programas computacionales de autoenseñanza.

Contrariamente a lo que algunos docentes piensan, los modelos conductuales no subestiman el papel que juega la atmósfera social en tanto parte del ambiente de aprendizaje. Una atmósfera general segura, en la que el simple hecho de estar en la clase produzca placer y confianza, representa un entorno lleno de pequeños detalles positivos que apuntan a estimular las conductas deseables.

Finalmente, los modelos conductuales establecen claramente la inconveniencia de la utilización del refuerzo negativo, por ser un elemento degradante; el castigo (como las amenazas, por ejemplo) es un reforzador negativo que incluso pudiera acentuar la conducta que se desea eliminar o atenuar (Skinner, 1953).

2.3.2 El aprendizaje para el dominio

El aprendizaje para el dominio se fundamenta en la perspectiva de John Carrol (1971) sobre el concepto de aptitud, entendida como la cantidad de tiempo que le toma a una persona aprender un determinado material y no tanto como la capacidad de dominar dicho material. De acuerdo con esta postura, a un estudiante que tiene un bajo nivel de aptitud para cierto tipo de aprendizaje, le toma más tiempo lograr un determinado grado de dominio que a otro estudiante que posee un mayor nivel de aptitud en el mismo campo. De acuerdo con este autor, el grado de aprendizaje alcanzado por un alumno está en función del tiempo que se le dedica al aprendizaje, de la capacidad de alumno para comprender el tema y de su aptitud, por lo tanto, es preciso decidir cómo se organizará el currículo y el ambiente de aprendizaje para que los estudiantes dispongan de una cantidad adecuada de tiempo, reciban una buena instrucción, se los estimule a perseverar y reciban una adecuada asistencia para aclarar sus dudas.

Partiendo de las ideas de Carrol, Bloom (1971) desarrolló un sistema caracterizado por las siguientes etapas:

1. El dominio de cualquier materia se define en función de los objetivos centrales que representan los propósitos del curso.
2. La asignatura se divide en un conjunto mayor de unidades de aprendizaje, cada una con sus propios objetivos, los cuales forman parte de objetivos mayores.
3. Se identifican los materiales y recursos de aprendizaje y se escoge la estrategias o estrategias didácticas adecuadas.
4. Cada unidad se acompaña de pruebas que miden el desarrollo progresivo del alumno e identifican los problemas que presenta. Se debe proporcionar permanentemente un refuerzo positivo en términos del conocimiento del propio progreso y a través de estímulos y elogios, siempre que éstos se proporcionen inmediatamente después de de una actividad correctamente realizada.

5. Los datos generados por las pruebas se emplean para complementar a quienes requieren superar determinados problemas.

Mediante este sistema, el autor afirma que será posible ajustar el tiempo destinado al aprendizaje, con el objetivo de adaptarlo a la aptitud de cada alumno, de tal manera que se concede mayor tiempo y más realimentación a quienes poseen menos aptitudes, al tiempo que se supervisa el progreso mediante la aplicación de pruebas. En resumen, el aprendizaje para el dominio se caracteriza por ser abierto, claro y optimista, implica una cuidadosa elaboración y planificación, enfocando muchos de los problemas que enfrentan los docentes, a quienes les permite brindar estímulos para acrecentar la autoestima de los alumnos y el consecuente buen rendimiento.

2.3.3 La enseñanza directa

Referentes teóricos

La instrucción directa tiene sus orígenes teóricos en el conductismo, fundamentalmente en el pensamiento de los psicólogos del entrenamiento y los de la conducta. Los primeros, se interesan en capacitar a las personas para ejecutar comportamientos complejos, mediante un diseño didáctico que se centra en conceptualizar la ejecución en metas, tareas y subtareas, desarrollar actividades de entrenamiento que aseguren el dominio de cada componente y en organizar la situación de aprendizaje en secuencias que garanticen la concatenación entre un componente y otro, alcanzando el logro del aprendizaje establecido. Los segundos, hacen hincapié en la interacción entre docentes y estudiantes; hablan de modelización, realimentación, refuerzo y aproximación sucesiva. En suma, la enseñanza directa es un proceso diseñado y planificado para modelizar una realización guiada y reforzada, caracterizada por la ejercitación y práctica constante, a fin de lograr aprendizaje de cuerpos complejos de conocimiento que integran conceptos y procedimientos (Joyce et al, 2006).

Otro pilar conceptual fundamental del modelo de enseñanza directa es el trabajo sobre aprendizaje por observación realizado por Bandura (1986), en el cual se afirma que las personas tienden a imitar conductas que observan en otros, por lo que el aprendizaje incluye cambios en la conducta, el pensamiento o las emociones que resultan de observar la conducta de otra persona, así, modelizar es exponer a aquellas conductas que representan la meta de aprendizaje. Los estudiantes también aprenden en la clase mediante la observación, sobre todo a través de modelos. En la enseñanza directa, la modelización proporciona un camino útil para ayudar a los alumnos a aprender habilidades complejas que implican conceptos y procedimientos.

Al mismo tiempo, el modelo de enseñanza directa enfatiza la función del docente en la estructuración de los contenidos. Sin embargo, parte de su eficacia radica en la capacidad de ofrecer oportunidades de interactuar socialmente cuando un nuevo contenido es presentado. En este sentido, resulta relevante el concepto de *andamiaje* (Vygotsky, 1978), el cual se refiere al apoyo que permite que los alumnos realicen habilidad. Los profesores proveen andamiajes durante la enseñanza de formas diferentes: descomponiendo habilidades complejas en componentes más sencillos, ajustando la dificultad de las preguntas, dando ejemplos

y ofreciendo ayudas de apuntalamiento y pistas para la solución. Otro concepto importante se denomina *zona de desarrollo próximo* (Vygotsky, 1978), entendida como la etapa del proceso de aprendizaje en la cual el alumno todavía no puede resolver un problema o realizar una habilidad solo, pero puede hacerlo de manera correcta con la ayuda del profesor. Es precisamente dentro de esta zona que los docentes pueden ser más eficaces y ayudar a los alumnos a aprender. Fuera de esta zona, los estudiantes o no necesitan ayuda, pues ya manejan la nueva habilidad, o carecen de las habilidades requeridas o de los requerimientos previos para ser beneficiados por la enseñanza; el modelo de enseñanza directa intenta implementar clases en las zonas de desarrollo próximo de los alumnos.

Los principales atributos de este modelo son el interés centrado en lo académico, al alto grado de dirección y control por parte del profesor, las altas expectativas respecto del progreso de los estudiantes y una atmósfera afectiva relativamente neutra. El primer aspecto aumenta el compromiso del estudiante y genera mayores logros de aprendizaje. La dirección y control por parte del docente se traduce en la selección y conducción de tareas de aprendizaje y en la asunción del rol central en casi todas las etapas del proceso.

La meta primordial de este modelo de enseñanza es la de maximizar el tiempo de aprendizaje del estudiante, por tanto, las conductas incorporadas en la enseñanza directa se diseñan para crear un ambiente de aprendizaje estructurado y centrado en el aspecto académico, donde los alumnos participan activamente en la realización de tareas y se desempeñan con un alto grado de éxito. En resumen, el entorno de la enseñanza directa se focaliza en el aprendizaje y los alumnos participan gran parte del tiempo en tareas de tipo académico, llevándolas a cabo con un alto porcentaje de éxito.

El patrón didáctico que asume el modelo de enseñanza directa consiste en explicar un nuevo concepto o habilidad a un grupo números de estudiantes, poniendo a prueba su comprensión mediante la práctica dirigida por el profesor (modelizado) e incentivándolos a continuar dicha práctica, primero bajo la guía del docente y luego de manera independiente (Eggen y Kauchak, 2001). El modelo se aplica en cuatro (4) etapas: *introducción*, en la cual el docente revisa con los alumnos lo aprendido previamente, comparte las metas de aprendizaje y señala la importancia del nuevo contenido; *presentación*, en la cual el docente explica el nuevo concepto y provee un modelo para la nueva destreza o habilidad; *práctica guiada*, en la cual el docente brinda a los alumnos oportunidades para practicar la destreza o proponer ejemplos del nuevo concepto; práctica independiente, durante la cual se le pide a los estudiantes que ejerciten la nueva habilidad o concepto por sí mismos.

Estructura social

El modelo de enseñanza directa se centra en el profesor, lo cual implica que éste desempeña un rol primordial en la estructuración del contenido, en su explicación y en el uso de ejemplos para aumentar la comprensión de parte de los estudiantes, quienes no resultan entes pasivos, sino que participan activamente mediante preguntas, ejemplos, la práctica y la realimentación del docente.

La interacción en este modelo está guiada por la idea de transferencia de la responsabilidad: en la primera parte de la sesión de clase, el profesor asume la responsabilidad de presentar y explicar el contenido; a medida que la clase se desarrolla y los estudiantes comienzan a comprender el contenido, asumen una mayor responsabilidad para resolver problemas y para analizar los ejemplos. Paulatinamente, el docente habla menos y emplea más las preguntas que las explicaciones; estas transiciones graduales tanto en el discurso como en la responsabilidad son una característica fundamental de las aplicaciones exitosas del modelo.

Implementación

La implementación de clases siguiendo el modelo de enseñanza directa se hace siguiendo las etapas previamente señaladas:

Etapa 1: Introducción

En esta fase se debe atraer la atención de los estudiantes, proporcionando además una visión general del contenido que se va a presentar y permitiendo que los alumnos observen cómo se relaciona aquél con temas tratados anteriormente. La introducción ofrece al profesor la oportunidad de motivar y de explicar de qué manera el nuevo conocimiento será beneficioso en el futuro.

Etapa 2: Presentación

Durante esta epata, el docente explica el concepto o explica y modeliza la habilidad que enseña. Se emplean demostraciones y ejemplos que ayuden a que el tema sea significativo para los estudiantes. Su implementación implica ponerse en el lugar de los alumnos y conceptualizar el nuevo contenido de una manera tal que tenga sentido para ellos. Las mejores presentaciones son claras, interactivas y contienen ejemplos y modelos suficientes para lograr la comprensión de los estudiantes.

Etapa3: Práctica guiada

Durante esta fase, los estudiantes prueban el nuevo contenido bajo la asistencia del docente, quien actúa como monitor cuidadoso del progreso y realimenta la actividad que sus alumnos ejecutan. En la práctica guiada, los roles del profesor y de los estudiantes se modifican: el primero cambia de proveedor de información y de modelo, a guía y apoyo; los segundos, cambian de receptores a examinadores de su propia comprensión al desarrollar los ejercicios propuestos.

Durante los primeros momentos de la práctica guiada, el profesor provee el andamiaje necesario para asegurar que los alumnos obtengan éxitos al poner en práctica las nuevas habilidades. Poco a poco, se reduce el número de apuntalamientos y se transfiere un mayor grado de responsabilidad a los estudiantes. A medida que éstos explican clasifican ejemplos con mayor facilidad, la participación del docente se enfoca hacia al sondeo, tratando siempre de elevar el nivel de reflexión y la calidad de la aplicación por parte del alumno.

Etapa 4: Práctica independiente

Durante el transcurso de esta fase, los estudiantes ponen en práctica la nueva habilidad o aplican por sí mismos el concepto desarrollado. Una prueba o evaluación puede ser considerada como una práctica independiente, sólo que representa un elemento que contribuye con la calificación final del alumno.

La práctica independiente puede ser ejecutada en el ambiente de clases o en el hogar. Siempre resulta conveniente incentivar a los estudiantes a resolver posibles dudas o atascamientos a través de la revisión de apuntes y de fuentes bibliográficas y electrónicas, fomentando así su capacidad investigativa, su independencia académica y su capacidad de autorregulación del aprendizaje.

En resumen, el modelo de enseñanza directa es una estrategia fundamentalmente dirigida por el docente que resulta de gran utilidad en la enseñanza de conceptos y habilidades. Enmarcado en la familia de modelos de enseñanza conductistas, también incorpora elementos del aprendizaje por observación de Bandura (modelizado) y de la teoría social de Vygotsky (andamiaje y zona de desarrollo próximo). La aplicación exitosa de la enseñanza directa requiere de altos niveles de interacción entre el docente y los alumnos. Esta interacción cambia a medida que el modelo se desarrolla, ya que inicialmente el docente presenta el contenido y guía cuidadosamente el trabajo de los estudiantes en la resolución de ejemplos y problemas, mientras que luego, los alumnos trabajan de manera cada vez más independiente hasta lograr resolver problemas sin la ayuda del profesor. En vista de lo anterior, puede afirmarse que el uso de ejemplos y problemas bien pensados y diseñados constituye la clave del éxito de las actividades de aprendizaje implementadas siguiendo el modelo de enseñanza directa.

CAPÍTULO III

Metodología

3.1 METODOLOGÍAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE

Como todo actividad humana en el ámbito de la ingeniería, el proceso desarrollo de software requiere de una serie de condiciones que le confieran al producto final los atributos mínimos de calidad exigidos por quienes representan el grupo de usuarios potenciales del mencionado producto. Una de esas condiciones se refiere a la forma cómo se verifica el proceso de desarrollo, es decir, la metodología seguida por los desarrolladores.

La metodología de desarrollo de software constituye un enfoque estructurado, cuya finalidad es hacer más eficaz y eficiente la producción, al tiempo que se logra un nivel de calidad aceptable con unos costos razonables. Las metodologías desarrolladas en la década del 70 del siglo pasado, intentaron identificar los componentes funcionales básicos de un sistema computacional. En los años 80 y 90, las metodologías orientadas a funciones fueron complementadas por metodologías orientadas a objetos, generando en la actualidad diversas propuestas, cada una con sus propias fortalezas y campos de aplicación específicos.

La metodología de desarrollo es un conjunto de procedimientos, técnicas, herramientas, y un soporte documental, que ayuda a los desarrolladores a producir un nuevo software. Por lo tanto, representa el camino para desarrollar software de una manera sistemática, persiguiendo tres necesidades principales: mejores aplicaciones que conducen a una mejor calidad, procesos de desarrollo controlados y procesos normalizados o estandarizados que no dependen de individuos.

En atención a lo anterior, una metodología de desarrollo de software debe establecer claramente las etapas del proceso, así como las actividades inmersas en cada etapa. De igual forma, debe indicar las formas de controlar y evaluar cada una de esas actividades. Por otra parte, es importante que la metodología defina claramente cuáles son los actores involucrados en el proceso y las funciones que cada uno de esos actores desempeña.

En forma general, las etapas de desarrollo de cualquier tipo de software son las de análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación. En la primera etapa, el grupo desarrollador realiza un estudio de requerimientos (técnicos, funcionales, estéticos, legales, etc.) en función de una necesidad inicial, por lo que debe estar en permanente contacto con los usuarios potenciales y con el cliente, quienes validan la actividad realizada. En la segunda etapa, el grupo define la estructura funcional requerida para el desarrollo del sistema: la interfaz humano-computadora, las rutas de navegación y la estructura de datos, empleando maquetas y corridas en frío. En la etapa de desarrollo, se materializa el diseño concebido a través de la programación, incorporando una revisión sistemática del proceso. Finalmente, el software es sometido a prueba por parte de grupos de usuarios, quienes efectúan la evaluación definitiva de la primera versión.

Cuando se trata de software dirigido al campo educativo, la metodología seguida debe tomar en cuenta requerimientos instruccionales, epistemológicos y psicológicos en la etapa de análisis. Por ello, el equipo desarrollador debe incluir a especialistas en el área específica de conocimiento (matemáticas, lenguaje, historia, química) y a especialistas en diseño instruccional y procesos de aprendizaje. Estos actores cumplen la función de diseñar el software desde el punto de vista educativo (contenidos, estrategias, recursos) y de validar los resultados generados por los especialistas en informática (programadores).

3.1.1 Desarrollo en Cascada

En Ingeniería de software el desarrollo en cascada, también llamado modelo en cascada (Pressman, 2002), es el enfoque metodológico que ordena rigurosamente las etapas del ciclo de vida del software, de forma tal que el inicio de cada etapa debe esperar a la finalización de la inmediatamente anterior.

Un ejemplo de una metodología de desarrollo en cascada es:

1. Análisis de requisitos
2. Diseño del Sistema
3. Diseño del Programa
4. Codificación
5. Pruebas
6. Implantación
7. Mantenimiento

De esta forma, cualquier error de diseño detectado en la etapa de prueba conduce necesariamente al rediseño y nueva programación del código afectado, aumentando los costos del desarrollo. La palabra cascada sugiere, mediante la metáfora de la fuerza de la gravedad, el esfuerzo necesario para introducir un cambio en las fases más avanzadas de un proyecto.

Si bien ha sido ampliamente criticado desde el ámbito académico y la industria, sigue siendo el paradigma más seguido al día de hoy.

Fases del modelo.

1. Análisis de requisitos

Se analizan las necesidades de los usuarios finales del software para determinar qué objetivos debe cubrir. De esta fase surge una memoria llamada SRD (documento de especificación de requisitos), que contiene la especificación completa de lo que debe hacer el sistema sin entrar en detalles internos.

Es importante señalar que en esta etapa se deben consensuar todo lo que se requiere del sistema y será aquello lo que seguirá en las siguientes etapas, no pudiéndose requerir nuevos resultados a mitad del proceso de elaboración del software.

2. Diseño del Sistema

Se descompone y organiza el sistema en elementos que puedan elaborarse por separado, aprovechando las ventajas del desarrollo en equipo. Como resultado surge el SDD (Documento de Diseño del Software), que contiene la descripción de la estructura relacional global del sistema y la especificación de lo que debe hacer cada una de sus partes, así como la manera en que se combinan unas con otras.

3. Diseño del Programa

Es la fase en donde se realizan los algoritmos necesarios para el cumplimiento de los requerimientos del usuario así como también los análisis necesarios para saber que herramientas usar en la etapa de Codificación.

4. Codificación

Es la fase de programación o implementación propiamente dicha. Aquí se implementa el código fuente, haciendo uso de prototipos así como pruebas y ensayos para corregir errores. Dependiendo del lenguaje de programación y su versión se crean las librerías y componentes reutilizables dentro del mismo proyecto para hacer que la programación sea un proceso mucho más rápido.

5. Pruebas

Los elementos, ya programados, se ensamblan para componer el sistema y se comprueba que funciona correctamente antes de ser implantado definitivamente.

6. Implantación

El software obtenido se pone en producción. Se implantan los niveles software y hardware que componen el proyecto. La implantación es la fase con más duración y con más cambios en el ciclo de elaboración de un proyecto. Es una de las fases finales del proyecto

Durante la implantación del sistema software pueden surgir cambios, bien para corregir errores o bien para introducir mejoras. Todo ello se recoge en los Documentos de Cambios.

3.1.2 Modelo en Espiral

Este modelo fue desarrollado por Boehm (1988) y es utilizado generalmente en la ingeniería de software. Las actividades de este modelo son una espiral, cada bucle es una actividad.

Principios básicos

- Decidir qué problema se quiere resolver antes de proceder a resolverlo.
- Examinar las múltiples alternativas de acción y elegir una de las más convenientes.
- Evaluar que se ha hecho y que se ha aprendido.
- El sistema que se está construyendo tiene que estar adaptado a la necesidad del usuario.
- Conocer los niveles de riesgos.

Etapas del Modelo

Para cada actividad habrá cuatro tareas:

1. Determinar o fijar objetivos:
   - Fijar también los productos definidos a obtener: requerimientos, especificación, manual de usuario.
   - Fijar las restricciones o trabajo.
   - Identificación de riesgos del proyecto y estrategias alternativas para evitarlo.
2. Análisis del riesgo:
   - Se estudian todos los riesgos potenciales y se seleccionan una o varias alternativas propuestas para reducir o eliminar los riesgos.
3. Desarrollar, verificar y validar:
   - Tareas de la actividad propia y se prueba.
   - Análisis de alternativas e identificación y resolución de riesgos.
   - Dependiendo de los resultados de la evaluación de los riesgos, se elije un modelo para el desarrollo, el que puede ser cualquiera de los otros existentes, como formal, evolutivo, cascada, entre otros. Así por ejemplo si los riesgos de la interfaz de usuario son dominantes, un modelo de desarrollo apropiado podría ser la construcción de prototipo evolutivo. Si los riesgos de protección son la principal consideración, un desarrollo basado en transformaciones formales podría ser el más apropiado.
4. Planificar:
   - Se revisa todo lo hecho, evaluándolo y con ello decidimos si continuamos con la fase siguiente y planificamos la próxima actividad.

3.1.3 Programación Extrema

Desarrollada por Beck (1999). Es una metodología que privilegia la adaptabilidad antes que la previsibilidad, por lo que considera que los cambios a lo largo del proceso son inevitables, incluso deseables. Esto otorga al modelo de Programación Extrema un carácter eminentemente dinámico.

La Programación Extrema (XP) aparece como respuesta a la creciente complejidad en el desarrollo de software mediante metodologías tradicionales. Retoma los inicios de la programación: menos papeleo, menos documentos y mayor sencillez y diversión (programación) para el desarrollador.

Características del Modelo

- Desarrollo iterativo e incremental: pequeñas mejoras, unas tras otras.
- Pruebas unitarias continuas, frecuentemente repetidas y automatizadas, incluyendo pruebas de regresión.
- Programación en parejas
- Frecuente interacción del equipo de programación con el cliente o usuario.

- Corrección de todos los errores antes de añadir nueva funcionalidad. Hacer entregas frecuentes.
- Reconstrucción del código
- Propiedad del código compartida
- Simplicidad en el código
- La simplicidad y la comunicación son extraordinariamente complementarias

Etapas del Modelo

1. Planificación del proyecto

Historias de usuario: El primer paso de cualquier proyecto que siga la metodología de programación Extrema es definir las historias de usuario con el cliente. Las historias de usuario tienen la misma finalidad que los casos de uso pero con algunas diferencias: Constan de tres ó cuatro líneas escritas por el cliente en un lenguaje no técnico sin hacer mucho hincapié en los detalles; no se debe hablar ni de posibles algoritmos para su implementación ni de diseños de base de datos adecuados, etc. Son usadas para estimar tiempos de desarrollo de la parte de la aplicación que describen. También se utilizan en la fase de pruebas, para verificar si el programa cumple con lo que especifica la historia de usuario. Cuando llega la hora de implementar una historia de usuario, el cliente y los desarrolladores se reúnen para concretar y detallar lo que tiene que hacer dicha historia.

Planificación de Publicaciones: Después de tener ya definidas las historias de usuario es necesario crear un *plan de publicaciones*, en inglés "Release plan", donde se indiquen las historias de usuario que se crearán para cada versión del programa y las fechas en las que se publicarán estas versiones.

Iteraciones: Todo proyecto que siga la metodología XP se ha de dividir en iteraciones de aproximadamente 3 semanas de duración. Al comienzo de cada iteración los clientes deben seleccionar las historias de usuario definidas en la Planificación de Publicaciones que serán implementadas. También se seleccionan las historias de usuario que no pasaron el test de aceptación que se realizó al terminar la iteración anterior.

Velocidad del Proyecto: La velocidad del proyecto es una medida que representa la rapidez con la que éste se desarrolla; estimarla es muy sencillo, basta con contar el número de historias de usuario que se pueden implementar en una iteración; de esta forma, se sabrá el cupo de historias que se pueden desarrollar en las distintas iteraciones.

Programación en pareja: La metodología XP aconseja la programación en parejas, pues ello incrementa la productividad y la calidad del software desarrollado. El trabajo en pareja involucra a dos programadores trabajando en el mismo equipo; mientras uno codifica haciendo hincapié en la calidad de la función o método que está implementando, el otro analiza si ese método o función es adecuado y está bien diseñado. De esta forma se consigue un código y diseño con gran calidad.

Reuniones diarias: Es necesario que los desarrolladores se reúnan diariamente y expongan sus problemas, soluciones e ideas de forma conjunta. Las reuniones tienen que ser fluidas y todo el mundo tiene que tener voz y voto.

2. Diseño

Diseños simples: La metodología XP sugiere que hay que conseguir diseños simples y sencillos. Hay que procurar hacerlo todo lo menos complicado posible para conseguir un diseño fácilmente entendible e impleméntale, que a la larga costará menos tiempo y esfuerzo desarrollar.

Glosarios de términos: Usar glosarios de términos y un correcta especificación de los nombres de métodos y clases ayudará a comprender el diseño y facilitará sus posteriores ampliaciones y la reutilización del código.

Riesgos: Si surgen problemas potenciales durante el diseño, XP sugiere utilizar una pareja de desarrolladores para que investiguen y reduzcan al máximo el riesgo que supone ese problema.

Refactorizar: Esto es mejorar y modificar la estructura y codificación de códigos ya creados sin alterar su funcionalidad. Refactorizar supone revisar de nuevo estos códigos para procurar optimizar su funcionamiento.

Tarjetas C.R.C: El uso de las tarjetas C.R.C (Class, Responsabilities and Collaboration) permiten al programador centrarse y apreciar el desarrollo orientado a objetos olvidándose de los malos hábitos de la programación clásica.

3. Codificación

La codificación debe hacerse ateniendo a estándares de codificación ya creados. Programar bajo estándares mantiene el código consistente y facilita su comprensión y escalabilidad.

Crear test que prueben el funcionamiento de los distintos códigos implementados ayudará a desarrollar dicho código. Crear estos test antes ayuda a saber qué es exactamente lo que tiene que hacer el código a implementar. Se puede dividir la funcionalidad que debe cumplir una tarea a programar en pequeñas unidades, de esta forma se crearán primero los test para cada unidad y a continuación se desarrollará dicha unidad.

El modelo XP sugiere un modelo de trabajo usando repositorios de código dónde las parejas de programadores publican cada pocas horas sus códigos implementados y corregidos junto a los test que deben pasar. De esta forma el resto de programadores que necesiten códigos ajenos trabajarán siempre con las últimas versiones.

4. Pruebas

Uno de los pilares de la metodología XP es el uso de test para comprobar el funcionamiento de los códigos que se vayan implementando. El uso de los test en XP es el siguiente:

- Se deben crear las aplicaciones que realizarán los test con un entorno de desarrollo específico para test.
- Hay que someter a prueba las distintas clases del sistema omitiendo los métodos más triviales.
- Se deben crear los test que pasarán los códigos antes de implementarlos.
- Un punto importante es crear test que no tengan ninguna dependencia del código que en un futuro evaluará. Hay que crear los test abstrayéndose del futuro código, de esta forma aseguraremos la independencia del test respecto al código que evalúa.
- Los distintos test se deben subir al repositorio de código acompañados del código que verifican. Ningún código puede ser publicado en el repositorio sin que haya pasado su test de funcionamiento, de esta forma, aseguramos el uso colectivo del código (explicado en el apartado anterior).
- El uso de los test es adecuado para observar la refactorización. Los test permiten verificar que un cambio en la estructura de un código no tiene porqué cambiar su funcionamiento.

3.2 METODOLOGÍA DE GALVIS PARA EL DESARROLLO DE MATERIALES EDUCATIVOS COMPUTARIZADOS

La metodología de desarrollo de software educativo seguido en la elaboración del tutorial "El Plano en el Sistema Diédrico" es la propuesta por Galvis (1992), como resultado de un largo proceso de reflexión y práctica por parte del autor, tanto como docente de Sistemas de Representación como en el rol de desarrollador de proyectos de investigación. Esta metodología apunta a favorecer la innovación en el ámbito educativo, superando los defectos a los que conllevan algunas prácticas corrientes, como la de pretender enriquecer el currículo limitándose a conseguir computadores y programas que funcionen en ellos sin tratar de satisfacer necesidades reales. La propuesta en cuestión es de corte sistémico en cascada, conservando los grandes pasos de un proceso sistemático para el desarrollo de materiales (Fig. 1): análisis, diseño, desarrollo, prueba e implementación, enfatizando en la etapa de análisis todo lo referente a las teorías de aprendizaje y comunicación; la evaluación permanente a lo largo de todas las etapas y la documentación del proceso.

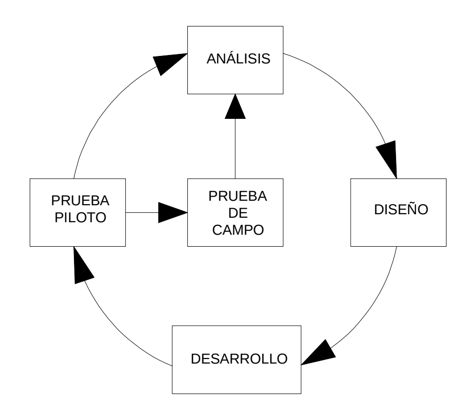


Fig. 1: Modelo para el desarrollo de materiales educativos computarizados (MEC) de Álvaro Galvis (1992)

3.2.1 Análisis de necesidades educativas

En esta etapa se identifican las necesidades o problemas existentes y los criterios para establecer el tipo de material educativo computarizado requerido, si es que el problema amerita una solución computarizada. En primer lugar es preciso consultar fuentes de información apropiadas, tales como los profesores y alumnos involucrados con la asignatura o área de conocimiento sobre la cual se quiere realizar la intervención, puesto que ellos saben en qué aspectos se están quedando cortos los contenidos, los medios o las estrategias didácticas frente a las características de los estudiantes y las exigencias del currículo o del entorno sociológico del mismo. Otra fuente importante la constituyen los datos de registros académicos de rendimiento correspondientes a períodos lectivos precedentes y los programas de la asignatura.

La información recabada permite identificar las causas que originaron la situación problemática detectada y cuáles son las posibles medidas que deben pueden contribuir con la solución, en la que eventualmente un sistema computarizado sea de utilidad. Es conveniente señalar que un problema de aprendizaje puede deberse a muchas razones, tales como la carencia por parte de los alumnos de los conocimientos previos necesarios o de la motivación requerida para abordar los contenidos, la baja calidad, ausencia o limitada accesibilidad de los materiales impresos o digitales disponibles, el bajo desempeño del docente como mediador del proceso de aprendizaje, la falta de tiempo dedicado al estudio de un tema o asignatura, la no adecuación de la metodología empleada por el profesor, entre otras.

Tomando en cuenta lo anterior, es posible que algunos problemas puedan ser resueltos mediante la toma de decisiones administrativas (capacitar docentes, adquirir medios y materiales apropiados, aumentar el tiempo dedicado al estudio, cursos de nivelación para estudiantes, mejorar los ambientes de aprendizaje). Otros problemas podrían requerir medidas académicas, como el cambio en las estrategias de enseñanza o el diseño de mejores guías de estudio. Una vez analizadas todas estas alternativas, se piensa en el computador como una herramienta capaz de dar respuesta a la problemática planteada, estableciendo en primer lugar el papel que jugará en el proceso de enseñanza, en función de los tipos de materiales educativos computarizados que existen: sistemas tutoriales, simuladores, juegos educativos, sistemas expertos, sistemas tutores inteligentes, entre otros.

3.2.2 Diseño

El diseño de materiales educativos computarizados está determinado por los resultados del análisis; el tipo de software seleccionado proporciona en gran medida una guía para la configuración de la herramienta a ser diseñada. En primer lugar se establecen las características del entorno de diseño: destinatarios, área o temática de contenido, limitaciones, recursos y características del soporte tecnológico necesario.

Una vez configurado el entorno de diseño, se deben abordar tres aristas del proceso: diseño educativo o instruccional, diseño de comunicación y diseño computacional. La primera de estas aristas se refiere al alcance y tratamiento de los contenidos que debe apoyar la herramienta diseñada (¿qué aprender?, ¿en qué ambiente aprenderlo?, ¿cómo motivar a los usuarios?, ¿de qué forma se presenta el contenido?, ¿cómo evaluar

el aprendizaje?); la segunda arista maneja la interacción entre el usuario y el programa o interfaz (¿qué dispositivos de entrada y salida conviene utilizar?, ¿qué elementos de comunicación conviene poner a disposición del usuario?, ¿qué características deben poseer estos elementos?); finalmente, la tercera arista se refiere a la estructura lógica que gobernará el funcionamiento del software, permitiendo el cumplimiento de cada una de las funciones especificadas (¿qué funciones se requieren para cada tipo de usuario?, ¿cuál es la estructura lógica adecuada y qué papel cumplen sus componentes?, ¿qué estructuras de datos, en memoria principal y secundaria se necesitan para que el sistema funcione?).

Una vez establecidas las prestaciones del sistema, se pasa a la fase final del diseño, la cual consiste en llevar todo lo que se ha concebido a un prototipo, verificando la funcionalidad de la herramienta. Se recomienda realizar previamente bocetos de papel de cada uno de los ambientes que se van a utilizar, definiendo la interfaz gráfica y comunicacional, la operacionalización de la estructura lógica y las acciones asociadas al funcionamiento del sistema.

3.2.3 Desarrollo

En función de los recursos humanos con los que se cuente para la etapa de desarrollo del material educativo computarizado, se puede seguir una de las siguientes estrategias o la combinación de ellas:

- Si se cuenta con un equipo interdisciplinario, el desarrollo del software recae sobre el especialista en computación, el cual contará con el apoyo del resto de los miembros del grupo (especialista en contenido y especialista en metodología) para evaluar la calidad de lo que se está haciendo y asesorar en detalles que pudieran surgir a lo largo de la programación. En estas circunstancias, conviene emplear un lenguaje de alto nivel y propósito general.
- Cuando no se cuenta con un especialista en computación es preciso considerar una de las siguientes alternativas:
    1. Contratar los servicios de un programador externo.
    2. Intentar que los miembros del equipo aprendan un lenguaje o el uso de un sistema de autor a fin de ellos mismos elaboren el programa requerido.

Sea cual fuere la situación, es fundamental que el proceso de programación sea estructurado, legible y bien documentado, lo cual permitirá hacer un uso adecuado de la herramienta y adecuarlo a nuevas necesidades (actualización). En este sentido, es importante definir criterios para la denominación de procedimientos, archivos, constantes y variables, así como los formatos de documentación.

En la etapa de desarrollo es de vital importancia verificar, de acuerdo con el diseño, si se está llevando a la práctica lo previsto. Para ello se recurre a especialistas con preparación en las áreas involucradas en el proceso, preferiblemente ajenas al equipo de trabajo, a fin de lograr la mayor objetividad posible. Cada uno de estos expertos ofrecerán sugerencias para mejorar aspectos de la herramienta que consideren deficientes o perfectibles; estas sugerencias serán luego acogidas por el equipo desarrollador. Por otra parte, es conveniente que un grupo de usuarios potenciales revise el material desde el punto de vista de la interfaz y el

funcionamiento, para lo cual se puede ejecutar una prueba uno a uno, registrando las observaciones y estableciendo las acciones a ser tomadas en consecuencia.

Para establecer la efectividad del material desarrollado en términos del cumplimiento de su objetivo general, la metodología propuesta por Galvis plantea la realización de una prueba piloto y una prueba de campo, concebidas como pruebas de rendimiento académico. La primera se aplica a una muestra representativa del universo de usuarios en condiciones de laboratorio, en tanto que la segunda debe ser aplicada en las mismas condiciones en las que se va a utilizar la herramienta, seleccionando también una muestra del universo de usuarios. Cualquiera que se a el tipo de prueba que se va a realizar – piloto o de campo – y el diseño metodológico que se haya decidido aplicar – no experimental, experimental o cuasi experimental – es evidente que la prueba no se puede efectuar en tanto no se logren condiciones académicas y administrativas que la hagan posible en forma adecuada; cualquiera de estas pruebas debe contar con estudiantes que pertenezcan a la población objeto, es decir, que estudien la asignatura para la cual se ha desarrollado el material, que posean los prerrequisitos esperados y requieran aprender el tema que aborda la herramienta elaborada.

Cuando se trata de una prueba piloto, dependiendo de la población objeto se determinará la necesidad de seleccionar uno o más grupos de participantes; preferiblemente la selección y asignación de estudiantes a grupos se debe hacer al azar, a nivel individual, lo cual permite generalizar los resultados para otros grupos de estudiantes como los de la población objeto. De no ser esto posible, se debe buscar que la selección se haga al azar entre ambos grupos de estudiantes, siempre que estos hayan sido creados también al azar; aunque así se limita la posibilidad de generalizar, sigue siendo una prueba con una alta validez externa.

Otro componente de tipo académico que resulta especialmente relevante en esta etapa, está representado por los instrumentos de medición de la efectividad del material desarrollado, en función de su contribución con el mejoramiento en el aprendizaje o en las actitudes de los estudiantes. En este sentido, es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Especificar debidamente lo que se debe evaluar, para lo cual resulta útil elaborar cuadros de especificación y balanceo de los aspectos incluidos (operacionalización de variables), que permitan definir objetivos o competencias, contenidos, habilidades, etc.
- Elaborar los instrumentos de evaluación del rendimiento con base en las especificaciones establecidas en el punto anterior. El investigador puede usar la misma prueba en diferentes grupos o unas que sean equivalentes.

Siendo lo académico el aspecto más importante, no deja de ser fundamental cuidar los siguientes aspectos de naturaleza administrativa: reproducción del material educativo computarizado, soporte computacional, entrenamiento del personal, aprestamiento de los aprendices para el uso del computador y condiciones temporales.

CAPÍTULO IV

Desarrollo del tutorial “El Plano en el Sistema Diédrico”

4.1 ANÁLISIS DE NECESIDADES

La principal intención del material educativo digital que se pretende desarrollar, es la de proporcionar a los estudiantes del primer semestre de las carreras de ingeniería de la ULA una herramienta que facilite el aprendizaje de los conceptos y procedimientos propios de la Geometría Descriptiva. Esto será posible mediante un adecuado diseño de instrucción – incluyendo actividades y evaluaciones - y la implementación de recursos electrónicos gráficos (estáticos y dinámicos) tendientes a mejorar la comunicación visual. Tal herramienta servirá como un apoyo a las clases presenciales del Tema II de Sistemas de Representación 10; asimismo, podrá servir como guía complementaria de estudio en el hogar. Por otra parte, constituye una alternativa para las secciones “especiales”, las cuales no reciben clases teóricas presenciales pero sí prácticas guiadas por auxiliares docentes.

Las fases del proceso enseñanza-aprendizaje que requieren una mayor atención son:

- Conceptualización (comprensión de conceptos geométricos y de procedimientos proyectivos), ya que constituye la etapa en la que se establecen los conceptos básicos de los elementos geométricos y las relaciones existentes entre ellos, siendo necesaria la descripción de ciertos procesos que se generan con el fin de lograr la representación de esa realidad tridimensional en el plano.
- Interpretación (de la realidad geométrica, de los problemas planteados). Es imprescindible la correcta interpretación de las representaciones planas de la realidad tridimensional, generadas a partir de los conceptos y procesos señalados en la fase anterior. De lo contrario, el alumno será incapaz de dar una lectura correcta al dibujo, de representar diseños creados por él y de resolver problemas en el contexto geométrico.
- Transferencia (aplicación de las reglas y procedimientos en el diseño de estrategias para la resolución de problemas). Indiscutiblemente, es en esa etapa en la que el estudiante logra un aprendizaje efectivo, ya que es preciso el dominio de las etapas anteriores, integrando ese conocimiento ya procesado en la estructuración de los pasos a seguir para la resolución de un determinado problema geométrico.

Las principales carencias en los ambientes y actividades de aprendizaje actuales son las siguientes:

- Ausencia de una didáctica formal, validada y específica para el área de Geometría Descriptiva.

- Carencia de recursos visuales dinámicos, ya que generalmente el docente hace uso exclusivo del pizarrón. Además, los libros de texto y guías impresas solamente ofrecen imágenes estáticas.
- Baja calidad en la resolución de los recursos gráficos estáticos que ofrecen los libros de texto y el docente a través del pizarrón.
- Insuficiencia y falta de adecuación de las actividades que realiza el alumno en el contexto educativo correspondiente al área señalada.

4.2 DISEÑO

4.2.1 Entorno de Diseño

Destinatarios

La población a la cual va dirigido el material instruccional corresponde a jóvenes con edades comprendidas entre 17 y 20 años, cursantes del primer semestre en la Facultad de Ingeniería de la ULA. Su nivel de instrucción es el de Bachilleres (mención Ciencias en su mayoría) con una formación un tanto deficiente.

En general, los estudiantes del primer semestre de Ingeniería guardan grandes expectativas en relación con las asignaturas que cursan. De manera específica, con respecto a Sistemas de Representación, ellos esperan adquirir las habilidades en la representación gráfica que todo ingeniero debe poseer y muestran un gran entusiasmo ante la idea de lograr ese objetivo. Sin embargo, al iniciar el Tema II, una buena parte de ellos pierde el interés debido a que el estudio se realiza de una forma bastante formal y con rigurosidad matemática.

Una vez que los estudiantes de la asignatura Sistemas de Representación 10 han culminado con el Tema I, deben poseer conocimientos acerca del concepto de Sistemas de Proyección y comprender el funcionamiento y características del Sistema Diédrico. Además, deben conocer el concepto de punto y su representación en el Sistema Diédrico, así como las características de esta representación de acuerdo con la posición del punto en el espacio. Asimismo, deben identificar las diferentes posiciones de la recta en el Sistema Diédrico, ubicando en cada caso el Verdadero Tamaño de un segmento y los ángulos que forma con los planos de proyección del sistema, lo cual implica el estudio de métodos indirectos tales como el abatimiento, el cambio de plano o el giro aplicado a rectas. Finalmente, deben poseer suficiente destreza en el manejo de los instrumentos de dibujo como para el trazado de líneas rectas a 0º, 15º, 30º, 45º, 60º, 75º y 90º, arcos de circunferencia y mediatrices.

Ambiente

El ambiente primario en el cual se pondrá en práctica el tutorial desarrollado es el típico salón de clases de dibujo, con la presencia adicional un aparato electrónico de proyección. En principio, la herramienta será empleada como recurso del docente en la exposición de la teoría y en la explicación de ejercicios prácticos. Por otra parte, se prevé que los estudiantes empleen el material de manera individual, para lo cual se requiere

cada uno cuente con acceso a una computadora, ya sea dentro o fuera de la Facultad de Ingeniería, contando así con el apoyo de un libro electrónico como recurso para el estudio y repaso del tema abordado.

Por otro lado, los estudiantes se contarán con la ayuda del docente encargado del curso y/o de un asistente docente debidamente calificado, los cuales orientarán al grupo tanto en el trabajo a través del computador como en las prácticas en láminas de dibujo que diariamente se ejecutan en el aula de clase.

Contenido

El área de formación que va a ser beneficiada por el estudio del material es la de Geometría Descriptiva (Sistemas de Representación, de acuerdo con la nomenclatura de la Facultad de Ingeniería de la ULA)

El área de Contenido a ser atendida de forma específica es el Tema II de la asignatura Sistemas de Representación 10: “El Plano”.

Las Unidades de Instrucción particulares son: Concepto de Plano, Posiciones Notables del Plano en el Sistema Diédrico, Trazas de un Plano, Plano en Posición Accidental y Abatimiento de Planos. De estas, las unidades de instrucción críticas son:

- Posiciones Notables del Plano
- Plano en Posición Accidental
- Abatimiento de Planos

Los aspectos incluidos en el material se aplican en los temas subsiguientes al Tema II en la asignatura Sistemas de Representación 10. También se aplican en los tres primeros temas de la asignatura Sistemas de Representación 20, constituyendo una base fundamental.

Sistema

Para realizar un trabajo efectivo con el material educativo a ser desarrollado, el equipo de computación requerido consta de CPU, monitor, teclado, Mouse y una impresora para generar los ejercicios en formato físico o tradicional.

Características mínimas de los equipos:

CPU: Procesador Pentium III de 580 GHz, 256 MB de RAM, Tarjeta de Video, Tarjeta de Sonido.

Monitor VGA

Teclado y Mouse estándar

Impresora de inyección de tinta o láser

Sistema Operativo: Windows XP

Navegador: Internet Explorer, Mozilla Firefox.

Difusión y fuentes de recursos

Para llevar a cabo el proyecto planteado, se cuenta con las siguientes fuentes de Recursos Económicos y audiovisuales:

CODEPRE – ULA (Comisión de Desarrollo del Pre-grado)

CDCHT - ULA (Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico)

Facultad de Ingeniería ULA (Ingresos propios)

El material estará disponible para ser descargado en la Internet de forma completamente gratuita. Para el montaje en la red se dispone de un servicio de alojamiento de sitios Web facilitado por REDULA, denominado "Web del Profesor".

4.2.2 Diseño Educativo o Instruccional

Descripción general

El material educativo digital que se pretende desarrollar representa una herramienta de apoyo para el profesor de la asignatura Sistemas de Representación 10 - específicamente en el Tema II – y al mismo tiempo constituye una guía para el estudio particular de cada estudiante. Contempla el uso de material gráfico estático y dinámico de alta calidad visual y pertinencia educativa, que sirve de apoyo fundamental a los contenidos textuales, a los ejemplos prácticos, a las actividades a ser desarrolladas por el alumno y a las diferentes evaluaciones.

Desde un punto de vista didáctico, el material se ha concebido siguiendo los principios fundamentales del diseño instruccional, aplicando diferentes modelos en cada uno de los módulos que contempla y diseñando actividades que permitan optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, logrando marcadas diferencias con respecto al modelo tradicional de enseñanza que actualmente prevalece en le Facultad de Ingeniería.

El público al cual va dirigida la herramienta es joven (entre 17 y 20 años) y con una alta motivación y grandes expectativas, ya que está cursando el primer semestre de su carrera universitaria. Sin embargo, dadas las características propias de la asignatura, las debilidades en cuanto a su formación previa, la obsolescencia de los recursos tradicionales, sin mencionar otros factores, esa motivación se resiente al culminar el Tema II.

El formato de esta herramienta es el de un Tutorial, disponible de manera libre y gratuita en la Internet a través de la descarga de un archivo de instalación. Para su funcionamiento, el sistema requiere de un computador de características estándar, sin prestaciones significativamente avanzadas: Pentium III de 588 MHz, memoria RAM de 256 MB, tarjeta de sonido, tarjeta de video y periféricos básicos de entrada y salida. Se requiere de una conexión a Internet relativamente rápida a fin de descargar de forma cómoda los elementos visuales y de un navegador estable.

Objetivos generales

1. Asociar la representación diédrica del plano en sus diferentes posiciones con la correspondiente realidad espacial.
2. Integrar los conceptos básicos relacionados con el plano y los procedimientos propios de su representación en el sistema Diédrico, en la resolución de problemas geométricos complejos.

Módulo I: Generalidades

Objetivo Terminal

Caracterizar al plano en el espacio y enunciar las condiciones de pertenecía del punto y recta al plano.

Objetivos Específicos

- Enunciar el concepto de plano y sus características.
- Identificar las formas elementales de determinación de un plano en el espacio euclídeo.
- Enunciar la condición de pertenencia de recta a plano.
- Enunciar la condición de pertenencia de punto a plano.

Contenidos (secciones)

1. El concepto de plano (Conceptual de tipo estructurante)
2. Formas básicas de determinación del plano (Conceptual de tipo estructurante)
3. Recta que pertenece a un plano (Conceptual de tipo específico)
4. Punto que pertenece a un plano (Conceptual de tipo específico)

Secuencia u organización de contenidos

El contenido de las cuatro secciones de este primer módulo se estructura siguiendo un patrón general de organización adelante-atrás. Con ello se pretende respetar el orden impuesto por la estructura académica, originado fundamentalmente en las características del contenido, el cual comienza con una definición general y luego se conduce de forma lineal hacia los tópicos más específicos, por lo que se trata de un patrón de tipo deductivo, pero al mismo tiempo se hará continua referencia a tópicos expuestos anteriormente en el mismo contenido, atendiendo a una necesidad propia de la asignatura: la de construir los nuevos conocimientos sobre la base de los anteriores. De esta forma se logra una presentación dinámica y coherente que proporcione una visión global del tema (P. Hernández, 1998).

Modelo Instruccional

El Modelo Instruccional a seguir es el Modelo de Enseñanza Directa (Eggen y Kauchak, 1996), especialmente apropiado para el trabajo con contenidos procedimentales. De igual forma, este modelo ofrece una excelente alternativa en la enseñanza de conceptos, siempre y cuando se apliquen las estrategias y actividades de evaluación adecuadas.

- Etapa I: Introducción
    - Foco Introductorio y Visión general de la clase: Para atraer la atención del estudiante en esta primera fase, se presenta una breve Introducción, a manera de organizador previo, resumiendo el contenido a ser estudiado, enfatizando la necesidad de conocer los temas anteriormente tratados en la asignatura y enunciando de forma clara los objetivos perseguidos por el módulo.
    - Motivar a los alumnos: La estructura presentada en la Introducción pretende también motivar al estudiante a través de la visión general del tema. Asimismo, se espera que el hecho de conocer los objetivos que alcanzará, estimule la motivación del usuario, ya que representan una meta a lograr.
- Etapa II: Presentación

Sección 1: Para la construcción del concepto de plano se emplea una analogía con la vida cotidiana y una referencia a la geometría analítica, resaltando el carácter de bidimensionalidad que posee este elemento geométrico. También se hace mención de los elementos que puede albergar el plano (puntos y rectas, polígonos y curvas planas). Como apoyo de este proceso se contará con una imagen en perspectiva de un segmento de plano, así como una serie de claves tipográficas (negritas, cursivas) que pretenden dirigir la atención del estudiante hacia términos y definiciones de particular importancia.

Sección 2: Una vez presentado el concepto de plano se procede a describir de manera gráfica – empleando para ello imágenes en perspectiva – las cuatro formas básicas de definición del plano: tres puntos no colineales, dos rectas secantes, dos rectas paralelas y un punto y una recta.

Sección 3: Luego, se enuncia la condición general de pertenecía de una recta a un plano, mostrando al mismo tiempo una imagen en perspectiva con los elementos a los que se hace referencia en dicho enunciado.

Sección 4: De igual manera, se enuncia la condición general de pertenecía de una punto a un plano, mostrando al mismo tiempo una imagen en perspectiva con características similares.

- Etapa III: Práctica guiada

Una vez presentados estos contenidos, se proponen una serie de actividades asistidas por el sistema computacional, tendientes a proporcionar al estudiante herramientas para afianzar la comprensión de los tópicos señalados. Esta actividad consiste en un Cuestionario de selección simple; a medida que el estudiante selecciona una opción en una determinada pregunta, el sistema informa sobre la calidad de la respuesta, generando una retroalimentación positiva.

- Etapa IV: Práctica Independiente

La etapa de Práctica Independiente consiste en una autoevaluación con características similares a las del Cuestionario, con la diferencia de que en este caso, no se ofrece retroalimentación de ningún tipo, salvo

una calificación entre 0 y 20 puntos en función con la calidad de las respuestas suministradas. En esta Autoevaluación se tocan aspectos de cada una de las Secciones estudiadas.

Módulo II: Posiciones Notables del Plano

Objetivo Terminal

Caracterizar al plano en el Sistema Diédrico cuando se encuentra paralelo a uno de los planos de proyección del sistema.

Objetivos Específicos

- Identificar cada una de las Posiciones Notables del plano en el Sistema Diédrico, así como las propiedades de la representación del plano en cada caso.
- Enunciar el concepto de Traza de un plano.
- Enunciar la condición de pertenencia de un Punto a un Plano en cada una de las Posiciones Notables.
- Identificar las posiciones de Recta que puede contener el Plano en cada una de las Posiciones Notables.

Contenidos (secciones)

1. Proyección Cilíndrica Ortogonal del Plano (Conceptual de tipo estructurante)
2. Trazas de un Plano (Conceptual de tipo estructurante)
3. Plano Paralelo al Plano Vertical (Conceptual de tipo estructurante)
4. Plano Paralelo al Plano Horizontal (Conceptual de tipo estructurante)
5. Plano Paralelo al Plano Lateral (Conceptual de tipo estructurante)
6. Ejemplos de Aplicación (Procedimental)

Secuencia u organización de contenidos

Al igual que con el Módulo I, el contenido de las seis secciones del Módulo II se estructura siguiendo un patrón general de organización **adelante-atrás**, haciendo referencia continuamente a las imágenes que acompañan al texto.

Modelo Instruccional

El Modelo Instruccional a seguir es el Modelo de Enseñanza Directa (Eggen y Kauchak, 1996):

- Etapa I: Introducción
    - Foco Introductorio y Visión general de la clase: Para atraer la atención del estudiante en esta primera fase, se presenta una breve Introducción, a manera de organizador previo, resumiendo el contenido a ser estudiado, haciendo referencia al Módulo anterior y enunciando de forma clara los objetivos perseguidos por el módulo.

- Motivar a los alumnos: La estructura presentada en la Introducción pretende también motivar al estudiante a través de la visión general del tema y de la idea de continuidad que se muestra. Asimismo, se espera que el hecho de conocer los objetivos que alcanzará, estimule la motivación del usuario, ya que representan una meta a lograr.

- Etapa II: Presentación

Sección 1: En primer lugar se muestra las tres posiciones generales que puede adoptar un plano π con respecto a un plano de proyección: paralelo, perpendicular y oblicuo. Al mismo tiempo se explica la proyección cilíndrica ortogonal del plano en cada uno de esos tres casos. Las figuras en perspectiva que acompañan al texto contemplan un polígono contenido en el plano π, mostrando de esta forma las características de la proyección de dicho polígono en cada una de las situaciones mencionadas.

Sección 2: El concepto de Traza de un Plano es acompañado por una figura en perspectiva en la que se muestra a dicha traza como la intersección entre el plano π y un plano cualquiera de proyección. A continuación se enuncian los conceptos de Traza Vertical y Traza Horizontal, al tiempo que se muestra una imagen alusiva a dichos elementos.

Sección 3: Luego, se establecen las características de un plano Paralelo al Plano Vertical, incorporando las condiciones de pertenencia de puntos y rectas al plano en esta posición. Las imágenes mostradas consisten en una figura en perspectiva de un triángulo contenido en un plano Paralelo al Plano Vertical – con sus correspondientes proyecciones – y una figura en Diédrico que representa la misma situación.

Sección 4: En esta sección se muestran las características de un plano Paralelo al Plano Horizontal, incorporando las condiciones de pertenencia de puntos y rectas al plano en esta posición. Las imágenes mostradas consisten en una figura en perspectiva de un triángulo contenido en un plano Paralelo al Plano Horizontal – con sus correspondientes proyecciones – y una figura en Diédrico que representa la misma situación.

Sección 4: Tal como en las secciones anteriores, se muestran las características de un plano Paralelo al Plano Lateral, enunciando las condiciones de pertenencia de puntos y rectas al plano en esta posición. Las imágenes mostradas consisten en una figura en perspectiva de un triángulo contenido en un plano Paralelo al Plano Lateral – con sus correspondientes proyecciones, incluyendo la proyección lateral – y una figura en Diédrico que representa la misma situación.

Sección 4: En esta parte se presentan dos ejemplos de aplicación animados. En primer lugar se muestra el enunciado del ejercicio y un aviso en el que se incluye una ayuda para la interpretación de dicho enunciado, así como las instrucciones para visualizar la animación. Una vez puesta ésta en marcha, el sistema genera paso a paso el proceso de resolución del problema planteado, acompañado de la explicación de cada evento. En el primero de los ejemplos se presenta la construcción de las proyecciones de un cuadrado contenido en un plano paralelo al PH conocida la longitud de sus lados. El segundo

ejemplo plantea la construcción de las proyecciones de un hexágono regular contenido en un plano de perfil, conocidos el centro del polígono y uno de sus vértices.

- Etapa III: Práctica guiada

Una vez presentados estos contenidos, se proponen una serie de actividades asistidas por el sistema computacional, tendientes a proporcionar al estudiante herramientas para afianzar la comprensión de los tópicos señalados. En primer lugar, se presenta un Cuestionario de selección simple; a medida que el estudiante selecciona una opción en una determinada pregunta, el sistema informa sobre la calidad de la respuesta, generando una retroalimentación positiva. Luego, se propone un ejercicio de selección simple referido a figuras, en el cual el estudiante debe seleccionar la imagen que corresponde a un determinado planteamiento; el sistema genera también la respectiva retroalimentación.

- Etapa IV: Práctica Independiente

La etapa de Práctica Independiente consiste en dos partes: dos ejercicios de aplicación a ser resueltos por el estudiante – acompañados de la correspondiente solución, pero sin ayuda en el proceso - y una autoevaluación con características similares a las del Cuestionario, con la diferencia de que en este caso, no se ofrece retroalimentación de ningún tipo, salvo una calificación entre 0 y 20 puntos en función con la calidad de las respuestas suministradas.

Módulo III: Planos Proyectantes

Objetivo Terminal

Caracterizar al plano en el Sistema Diédrico cuando se encuentra perpendicular a uno de los planos de proyección del sistema.

Objetivos Específicos

- Identificar cada una de las Posiciones Proyectantes del Plano en el Sistema Diédrico, así como las propiedades de la representación del plano en cada caso.
- Enunciar la condición de pertenencia de un Punto a un Plano Proyectante en cada caso.
- Identificar las posiciones de Recta que puede contener el Plano en cada una de las Posiciones Proyectantes.
- Construir las proyecciones diédricas de un polígono regular (en posición particular) contenido en un plano en Posición Proyectante a partir de una serie de datos.

Contenidos (secciones)

1. Plano Proyectante Horizontal (Conceptual de tipo estructurante)
2. Plano Proyectante Vertical (Conceptual de tipo estructurante)
3. Plano Proyectante Lateral (Conceptual de tipo estructurante)

4. Ejemplos de Aplicación (Procedimental)

Secuencia u organización de contenidos

Al igual que con los módulos anteriores, el contenido de las cuatro secciones del Módulo III se estructura siguiendo un patrón general de organización **adelante-atrás**, haciendo referencia continuamente a las imágenes que acompañan al texto.

Modelo Instruccional

El Modelo Instruccional a seguir es el Modelo de Enseñanza Directa (Eggen y Kauchak, 1996).

- Etapa I: Introducción
    - Foco Introductorio y Visión general de la clase: Para atraer la atención del estudiante en esta primera fase, se presenta una breve Introducción, a manera de organizador previo, resumiendo el contenido a ser estudiado y enunciando de forma clara los objetivos perseguidos por el módulo.
    - Motivar a los alumnos: La estructura presentada en la Introducción pretende también motivar al estudiante a través de la visión general del tema y de la idea de continuidad que se muestra. Asimismo, se espera que el hecho de conocer los objetivos que alcanzará, estimule la motivación del usuario, ya que representan una meta a lograr.
- Etapa II: Presentación

Sección 1: En primer lugar, se establecen las características de un plano Proyectante Horizontal, incorporando las condiciones de pertenencia de puntos y rectas al plano en esta posición, las características de las trazas del plano y de las proyecciones de polígonos contenidos en él. Las imágenes mostradas consisten en una figura en perspectiva de un triángulo contenido en un plano Proyectante Horizontal – con sus correspondientes proyecciones – y una figura en Diédrico que representa la misma situación.

Sección 2: En esta sección, se abordan las características de un plano Proyectante Vertical, siguiendo el mismo patrón empleado en la Sección 1.

Sección 3: En esta sección, se abordan las características de un plano Proyectante Lateral, siguiendo el mismo patrón empleado en las Secciones 1 y 2.

Sección 4: En esta parte se presentan dos ejemplos de aplicación animados. En primer lugar se muestra el enunciado del ejercicio y un aviso en el que se incluye una ayuda para la interpretación de dicho enunciado, así como las instrucciones para visualizar la animación. Una vez puesta ésta en marcha, el sistema genera paso a paso el proceso de resolución del problema planteado, acompañado de la explicación de cada evento. El primero de los ejercicios presentado, plantea la construcción de las proyecciones de un cuadrado contenido en un plano proyectante horizontal con lados en posición notable.

El segundo plantea la determinación de las proyecciones de un triángulo equilátero contenido en un plano proyectante lateral, sabiendo que uno de sus lados se encuentra en posición notable.

- Etapa III: Práctica guiada

Las actividades contempladas en esta etapa siguen el mismo patrón que las de la Etapa III del Módulo II.

- Etapa IV: Práctica Independiente

Las actividades contempladas en esta etapa siguen el mismo patrón que las de la Etapa IV del Módulo II.

Módulo IV: Plano en Posición Accidental

Objetivo Terminal

Caracterizar al plano en el Sistema Diédrico cuando se encuentra oblicuo a todos los planos principales de proyección del sistema.

Objetivos Específicos

- Identificar las propiedades de la representación diédrica del plano en Posición Accidental u Oblicua.
- Obtener las trazas de un plano en Posición Accidental, a partir rectas pertenecientes a dicho plano.
- Identificar las posiciones de Recta que puede contener un plano en Posición Accidental.
- Enunciar las condiciones de pertenencia de punto y recta a un plano en Posición Accidental.

Contenidos (secciones)

1. Características Generales. Trazas (Conceptual de tipo estructurante)
2. Recta que pertenece al plano (Conceptual de tipo estructurante)
3. Rectas Notables del Plano (Conceptual de tipo estructurante)
4. Punto que pertenece al Plano (Conceptual de tipo estructurante)
5. Ejemplos de Aplicación (Procedimental)

Secuencia u organización de contenidos

Al igual que con los módulos anteriores, el contenido de las cinco secciones del Módulo IV se estructura siguiendo un patrón general de organización **adelante-atrás**, haciendo referencia continuamente a las imágenes que acompañan al texto.

Modelo Instruccional

El Modelo Instruccional a seguir es el Modelo de Enseñanza Directa (Eggen y Kauchak, 1996).

- Etapa I: Introducción
  - Foco Introductorio y Visión general de la clase: Para atraer la atención del estudiante en esta primera fase, se presenta una breve Introducción, a manera de organizador previo, en la

que se hace un esbozo de las principales características del plano en posición accidental. Al mismo tiempo, se enuncia de forma clara los objetivos perseguidos por el módulo.

- o Motivar a los alumnos: La estructura presentada en la Introducción pretende también motivar al estudiante a través de la visión general del tema y de la idea de continuidad que se muestra. Asimismo, se espera que el hecho de conocer los objetivos que alcanzará, estimule la motivación del usuario, ya que representan una meta a lograr.

- Etapa II: Presentación

Sección 1: En esta primera sección se presentan las características generales de un plano en posición accidental u oblicua, enfatizando los siguientes aspectos: los valores angulares α y β que el plano forma con los planos de proyección del Sistema Diédrico son distintos de cero y de noventa grados, estos ángulos no pueden visualizarse directamente en la representación diédrica y la suma de ambos siempre es menor que noventa grados. De igual manera se indica que las figuras contenidas en un plano en esta posición se proyectan distorsionadas sobre el PV y el PH. Seguidamente se indican las características de las trazas del plano y la forma general de obtenerlas en la representación diédrica. Todo lo anterior se acompaña con una imagen en perspectiva y una representación equivalente en diédrico. También se cuenta con claves tipográficas (negritas, cursivas) que sugieren al estudiante la importancia o relevancia de conceptos.

Sección 2: En esta sección, se aborda el tema correspondiente a la condición de pertenecía de una recta a un plano, aplicada específicamente a planos en posición accidental. Para ello se hace mención a la condición general enunciada en el Módulo I y se reformula referenciada a las trazas del plano. Esta explicación se acompaña de una imagen descriptiva en perspectiva y su correspondiente representación en esquema diédrico.

Sección 3: Aquí se presentan las rectas notables (frontales y horizontales) pertenecientes a un plano en posición accidental, siguiendo un patrón similar al de la Sección 1.

Sección 4: Aquí se presenta la condición de pertenencia de un punto a un plano en posición accidental, siguiendo un patrón similar al de la Sección 1. Se presentan dos ejemplos ilustrativos de determinación de las proyecciones de un punto perteneciente a un plano oblicuo, partiendo de dos de sus coordenadas.

Sección 5: En esta parte se presentan dos ejemplos de aplicación animados en un formato similar al de los ejemplos de la Sección IV del módulo anterior. El primero de ellos se refiere a la determinación de las trazas de un plano en posición accidental y la ubicación de las proyecciones de dos puntos pertenecientes a dicho plano. El segundo ejemplo plantea la construcción de un triángulo contenido en un plano en posición accidental, considerando a dos de sus lados como segmentos contenidos en rectas notables del plano.

- Etapa III: Práctica guiada

Las actividades contempladas en esta etapa siguen el mismo patrón que las de la Etapa III de los módulos anteriores.

- Etapa IV: Práctica Independiente

Las actividades contempladas en esta etapa siguen el mismo patrón que las de la Etapa IV de los módulos anteriores.

Módulo V: Rectas de Máxima Pendiente y de Máxima Inclinación

Objetivo Terminal

Establecer las características de las Rectas de Máxima Pendiente y de Máxima Inclinación de un plano en posición y accidental, enfatizando su función como elementos determinantes de los ángulos que el plano forma con los planos de proyección del Sistema Diédrico.

Objetivos Específicos

- Identificar las características de las Rectas de Máxima Pendiente y las Rectas de Máxima Inclinación de un plano.
- Obtener los ángulos y de un plano en posición accidental, empleando una Recta de Máxima Pendiente y una Recta de Máxima Inclinación.
- Obtener las trazas de un plano a partir de una de sus Rectas de Máxima Pendiente o una de sus Rectas de Máxima Inclinación

Contenidos (secciones)

1. Rectas de Máxima Pendiente de un Plano (Conceptual de tipo estructurante)
2. Rectas de Máxima Inclinación de un Plano (Conceptual de tipo estructurante)
3. Ejemplos de Aplicación (Procedimental)

Secuencia u organización de contenidos

Al igual que con los módulos anteriores, el contenido de las tres secciones del Módulo V se estructura siguiendo un patrón general de organización **adelante-atrás**, haciendo referencia continuamente a las imágenes que acompañan al texto.

Modelo Instruccional

El Modelo Instruccional a seguir es el Modelo de Enseñanza Directa (Eggen y Kauchak, 1996):

- Etapa I: Introducción
  - Foco Introductorio y Visión general de la clase: Para atraer la atención del estudiante en esta primera fase, se presenta una breve Introducción, a manera de organizador previo, en la

que se resalta la importancia de las rectas de máxima pendiente y de máxima inclinación como elementos que permiten la obtención de los valores angulares α y β de un plano. Esto se contrasta con lo visto en sesiones anteriores, en lo que se refiere a los ángulos formados entre un plano en posición notable y/o proyectante con los planos de proyección del Sistema Diédrico. Al mismo tiempo, se enuncia de forma clara los objetivos perseguidos por el módulo.

  - Motivar a los alumnos: La estructura presentada en la Introducción pretende también motivar al estudiante a través de la visión general del tema y de la idea de continuidad que se muestra. Asimismo, se espera que el hecho de conocer los objetivos que alcanzará, estimule la motivación del usuario, ya que representan una meta a lograr.

- Etapa II: Presentación

Sección 1: En esta primera sección se presentan las características generales de las Rectas de Máxima Inclinación de un plano, pasando luego a las propiedades que presentan las proyecciones diédricas de estas rectas. La presentación se refiere únicamente a las rectas de máxima pendiente de un plano en posición accidental, dado que en estas circunstancias, dichas rectas juegan un papel especialmente relevante. Acompañando al contenido, se insertan una imagen en perspectiva y su equivalente en representación diédrica.

Sección 2: De forma análoga a la sección anterior, aquí se exponen las características generales de las Rectas de Máxima Inclinación de un plano y las propiedades que presentan las proyecciones diédricas de estas rectas. De igual manera, la presentación se refiere únicamente a las rectas de máxima pendiente de un plano en posición accidental. Las imágenes que acompañan al texto tienen características similares a las de la sección anterior.

Sección 3: En esta parte se presentan dos ejemplos de aplicación animados con características similares a los ejemplos de los módulos anteriores. El primero de ellos plantea la determinación de los ángulos de un plano en posición accidental a través de sus rectas de máxima pendiente y máxima inclinación. El segundo, presenta la obtención de las trazas de un plano determinado por una de sus rectas de máxima pendiente.

- Etapa III: Práctica guiada

Las actividades contempladas en esta etapa siguen el mismo patrón que las de la Etapa III de los módulos anteriores.

- Etapa IV: Práctica Independiente

Las actividades contempladas en esta etapa siguen el mismo patrón que las de la Etapa IV de los módulos anteriores.

Módulo VI: Abatimiento de Planos

Objetivo Terminal

Aplicar el método de abatimiento a la determinación del verdadero tamaño de figuras planas contenidas en planos proyectantes y en posición accidental y a la construcción de sus proyecciones diédricas.

Objetivos Específicos

- Identificar los elementos que intervienen en el procedimiento conocido como Abatimiento de planos.
- Identificar los pasos necesarios para ejecutar el abatimiento de un plano.
- Construir las proyecciones diédricas de polígonos regulares contenidos en planos proyectantes y en posición accidental, empleando al Abatimiento de planos como herramienta auxiliar

Contenidos (secciones)

1. Generalidades (Conceptual de tipo estructurante)
2. Abatimiento en el Diédrico (Procedimental)
3. Abatimiento en el Diédrico. Simplificación (Procedimental)
4. Ejemplos de Aplicación (Procedimental)

Secuencia u organización de contenidos

Al igual que con los módulos anteriores, el contenido de las cuatro secciones del Módulo VI se estructura siguiendo un patrón general de organización **adelante-atrás**, haciendo referencia continuamente a las imágenes que acompañan al texto.

Modelo Instruccional

El Modelo Instruccional a seguir es el Modelo de Enseñanza Directa (Eggen y Kauchak, 1996):

- Etapa I: Introducción
  - Foco Introductorio y Visión general de la clase: Para atraer la atención del estudiante en esta primera fase, se presenta una breve Introducción, a manera de organizador previo, en la que se presenta la esencia y la utilidad del método de abatimiento de planos. Al mismo tiempo, se enuncia de forma clara los objetivos perseguidos por el módulo.
  - Motivar a los alumnos: La estructura presentada en la Introducción pretende también motivar al estudiante a través de la visión general del tema y de la utilidad del contenido a ser abordado. Asimismo, se espera que el hecho de conocer los objetivos que alcanzará, estimule la motivación del usuario, ya que representan una meta a lograr.

- Etapa II: Presentación

Sección 1: En esta primera sección se presenta el concepto de abatimiento de planos, así como los tres elementos básicos que deben ser reconocidos para ejecutar este procedimiento y las dos posibles orientaciones: abatimiento inverso y abatimiento directo. La explicación se hace de forma general, sin aludir al sistema diédrico. Acompañando al contenido, se insertan dos imágenes en perspectiva: la primera muestra el abatimiento inverso y el abatimiento directo; la segunda presenta los elementos esenciales del abatimiento.

Sección 2: En esta sección se presentan cada uno de los pasos de la secuencia que implica el abatimiento de un punto contenido en un plano en posición accidental, haciendo referencia al sistema diédrico. Acompañan al texto una imagen en perspectiva que ilustra el procedimiento y su equivalente en representación diédrica.

Sección 3: En esta parte se expone una simplificación del método de abatimiento aplicado a un punto contenido en un plano en posición accidental. Asimismo se presenta el proceso inverso o rebatimiento de un punto contenido en dicho plano.

Sección 3: En esta parte se presentan dos ejemplos de aplicación animados con características similares a los ejemplos de los módulos anteriores. El primero de ellos plantea la determinación de las proyecciones de un triángulo equilátero contenido en un plano proyectante vertical. El segundo corresponde a la construcción de las proyecciones de un triángulo isósceles contenido en un plano en posición accidental.

- Etapa III: Práctica guiada

Las actividades contempladas en esta etapa siguen el mismo patrón que las de la Etapa III de los módulos anteriores.

- Etapa IV: Práctica Independiente

Las actividades contempladas en esta etapa siguen el mismo patrón que las de la Etapa IV de los módulos anteriores.

4.2.3 Diseño de la Interfaz Gráfica y de Navegación

Casos de uso

Un caso de uso es una técnica para la captura de requerimientos funcionales de un nuevo software o una actualización del mismo. Cada caso de uso proporciona uno o más escenarios que indican cómo debería interactuar el sistema con el usuario o con otro sistema para conseguir un objetivo específico. En este caso particular, los casos de uso se derivan del diseño instruccional descrito anteriormente, de tal suerte que la aplicación se comporta, en su relación con el usuario, de la forma más cercana posible al modelo de interacción educativa previsto por el diseñador.

El actor principal en la aplicación diseñada es el usuario (estudiante), quien continuamente interactúa con el sistema en un flujo bidireccional de información. El esquema que se muestra en la Fig. 2 ilustra cada una de las posibles interacciones usuario-sistema.

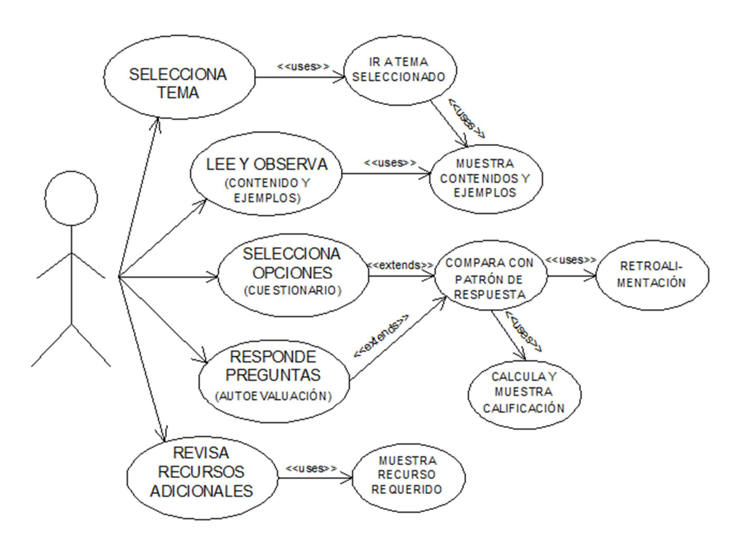


Fig. 2: Casos de uso

Distribución y funcionamiento de los elementos en la pantalla

La herramienta digital desarrollada está estructurada, como ya se ha indicado, de acuerdo con el modelo de enseñanza directa. Por ello, se ha proyectado el diseño de cuatro tipos diferentes de pantallas, en función del papel que cumplen en el proceso de enseñanza y aprendizaje:

- Pantalla de Contenido: Se compone de información en forma de texto y de imágenes (en perspectiva y/o en esquema diédrico) y su función es la de presentar conceptos y procedimientos propios del tema tratado A fin de facilitar el manejo de la información presentada, se ha establecido como modelo de distribución de elementos en la pantalla, el estilo *libro electrónico*, con un *menú principal* en la parte superior izquierda de la pantalla, títulos en la parte superior izquierda del *área de información*, textos en columna sencilla a la izquierda e imágenes a la derecha de dicha área. En la parte superior derecha se ubican los *botones de navegación*, los cuales permiten ir hacia adelante y hacia atrás en la revisión del contenido (Ver Fig. 3).



Fig. 3: Esquema de Pantalla de Contenido

- Pantalla de Ejemplo de Aplicación: Presenta al usuario un ejercicio tipo relacionado con el contenido presentado. La pantalla mantiene el menú principal y los botones de navegación, pero cambia en cuanto a la distribución y naturaleza de los elementos del área de contenido, pues ésta se compone del enunciado del problema (parte superior) y la resolución del mismo (parte central). Éste último elemento está constituido por gráficos que aparecen, acompañados por explicaciones textuales, siguiendo un orden progresivo en intervalos de tiempo preestablecidos en función de la complejidad del paso o serie de pasos involucrados en el procedimiento. Esto representa el modelado, por parte del programa, del proceso de resolución en forma detallada. Adicionalmente, el usuario contará con un botón de parada y otro de reinicio de la explicación desde el principio; estos botones de control de reproducción se ubican en la parte inferior central del área de contenido, como se muestra en la Fig. 4.

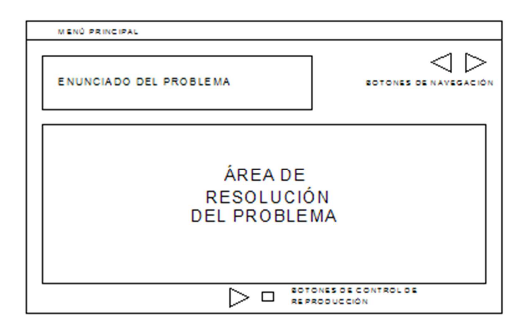


Fig. 4: Esquema de Pantalla de Ejemplo de Aplicación

- Pantalla de Cuestionario: Corresponde a la práctica guiada del modelo de enseñanza directa. Presenta el título en la parte superior izquierda del área de información y las preguntas o reactivos en la parte central; dependiendo del tema tratado, estas preguntas pueden incluir imágenes de referencia (Fig. 5). Estos reactivos son del tipo selección múltiple: el usuario deberá escoger un planteamiento de entre varias opciones; si el usuario activa el botón correspondiente (chequear), el sistema genera un texto informativo en función de la opción seleccionada, a fin de retroalimentar el desempeño del usuario.

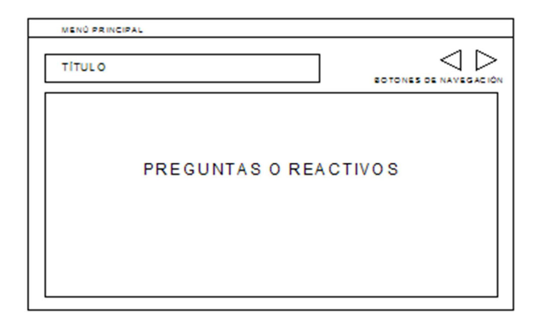


Fig. 5: Esquema de Pantalla de Cuestionario

- Pantalla de Ejercicio de Aplicación: Corresponde a la práctica independiente del modelo de enseñanza directa. La pantalla presenta el título en la parte superior izquierda del área de información, seguido de las instrucciones para la ejecución de la actividad, en tanto que la parte central está destinada a los enunciados de dos ejercicios que el usuario deberá resolver por su cuenta. Sin embargo, cuenta con el resultado final de cada planteamiento, el cual surge como una imagen al activar el botón correspondiente (Fig. 6).

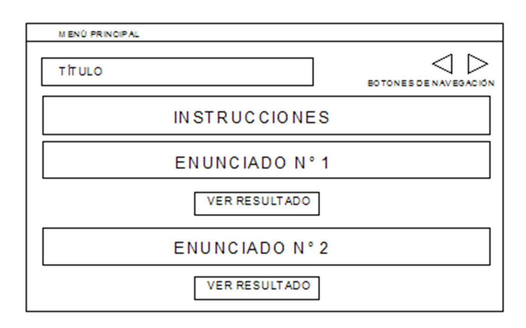


Fig. 6: Esquema de Pantalla de Ejercicio de Aplicación

- Pantalla de Autoevaluación: Presenta una serie de preguntas o reactivos en la parte central del área de información. A diferencia de las pantallas de Cuestionario, las preguntas de la Autoevaluación no están acompañadas de retroalimentación. En cambio, permiten obtener una calificación una vez concluida la selección de las opciones correspondientes, mediante la activación de un botón situado en la parte inferior de la pantalla. Por otra parte, los botones de navegación desaparecen, para que el usuario no pueda volver a ejecutar la autoevaluación sin antes haber repasado el tema completo (Fig. 7)

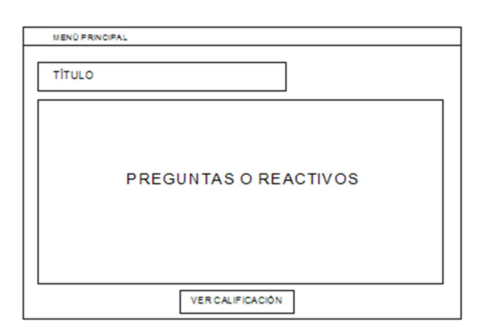


Fig. 7: Esquema de Pantalla de Autoevaluación

El Menú Principal

La barra de menú principal de la herramienta, la cual se ubica en la parte superior izquierda de la interfaz gráfica, es del tipo desplegable e incluye tres elementos o menús: *Ir a Tema*, *Recursos* y *Acerca de.*

- Menú *Ir a Tema*: Mediante activación de este menú, se despliegan seis submenús que permiten acceder a la primera pantalla de cada uno de los temas previstos inicialmente: *Generalidades*,

Posiciones Notables del Plano, *Planos Proyectantes*, *Plano en Posición Accidental*, *Rectas de Máxima Pendiente y Máxima Inclinación* y *Abatimiento* (Fig. 8). Esto constituye la única manera de iniciar el estudio de un tema, lo cual puede hacerse en cualquier momento y desde cualquier pantalla del programa.

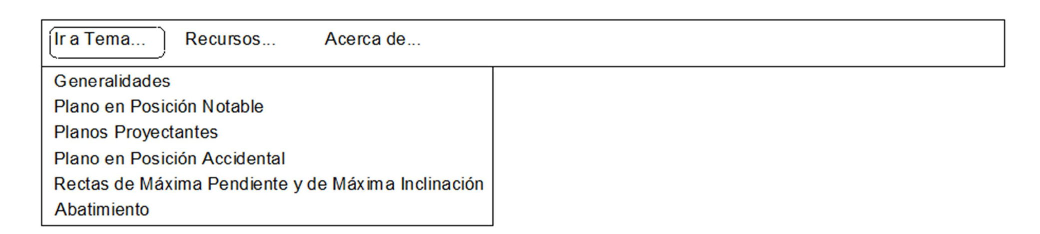


Fig. 8: Esquema Menú Principal: Ir a Tema

- Menú *Recursos*: Mediante activación de este menú, se despliegan tres submenús (Fig. 9) que permiten la generación de pantallas o ventanas emergentes, cada una con información de soporte para el proceso de aprendizaje. El submenú *Glosario de Términos*, genera una pantalla emergente con una serie de definiciones técnicas propias de Geometría Descriptiva, organizada alfabéticamente. El submenú *Alfabeto Griego*, genera una pantalla emergente con la lista de las letras del alfabeto griego moderno (en mayúsculas y minúsculas) con su nombre correspondiente. Finalmente, el submenú En la Web, genera una pantalla emergente con una lista de sitios web relacionados con la asignatura Sistemas de Representación 10 recomendados por el autor. Asimismo, se presenta una breve descripción del sitio web y el hipervínculo correspondiente.

Todas las pantallas emergentes pueden cerrarse sin afectar la navegación dentro del programa.

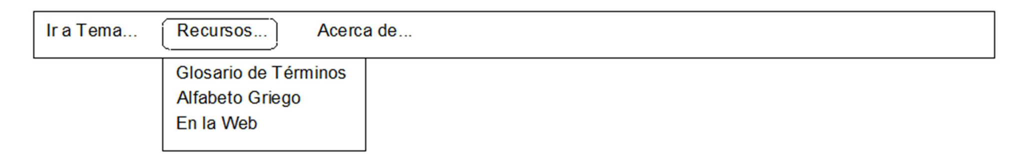


Fig. 9: Esquema Menú Principal: Recursos



Fig. 10: Esquema de Pantalla Emergente *Acerca de.*

- *Menú Acerca de*: Este menú activa la generación de una pantalla emergente con información relativa al programa: nombre, versión, fecha, autor, dirección electrónica y teléfono del autor. Además, incluye elementos gráficos con capturas de pantalla de la aplicación (Fig. 10).

Esquema de Colores

Para el diseño de esta interfaz, se pensó principalmente en que fuera atractiva para los usuarios finales que son los estudiantes, y, al mismo tiempo, tuviera un carácter institucional universitario. Debido a esto se utilizan principalmente degradaciones del azul, ya que este es el color de la Universidad de Los Andes, seleccionándose el color 0, 0, 128 (nomenclatura RGB, o rojo, verde, azul) como fondo para las pantallas, lo cual genera contraste sin ser molesto a la vista. Las letras sobre este fondo son de color blanco (255, 255, 255), en tanto que los cuadros de texto exhiben un fondo azul celeste (128, 128, 255) con letras en el mismo color del fondo de pantalla. Todos los textos deben crearse utilizando una fuente de molde, clara y legible, como *Britannic*. El tamaño de los textos será variable, con entre 14 y 16 puntos para los contenidos, entre 20 y 24 puntos para títulos y subtítulos, y entre 12 y 14 puntos para leyendas, pies de figuras y otras aplicaciones.

Para resaltar su presencia, los botones de navegación se han de diseñar en color verde, incluyendo flechas “adelante” y “atrás” que indiquen la acción que cada uno ejecuta. En cuanto a los elementos gráficos (puntos y líneas) que componen los ejemplos de aplicación, es conveniente emplear colores vivos (amarillo, verde, rojo, magenta), así como también el blanco, que resalten sobre el fondo azul de la pantalla. Las imágenes ilustrativas que acompañan a los contenidos deben enmarcarse sobre un fondo gris (192, 192, 192), a fin de hacer resaltar las figuras contenidas en ellas.

4.3 DESARROLLO

4.3.1 Dinámica y Herramientas de trabajo

Como ya se ha indicado, el desarrollo de esta herramienta educativa computacional ha estado bajo la responsabilidad exclusiva del autor, quien cuenta con conocimientos básicos de programación digital, edición de imágenes y manejo de aplicaciones de autor para la producción de materiales educativos. En vista de ello, el proceso de diseño ha sido estructurado sobre el uso de un software de uso privativo especializado en la producción de libros electrónicos denominado Neobook®, el cual presenta una serie de características favorables en cuanto a sencillez de uso, funcionalidad, versatilidad y compatibilidad, que además permite generar archivos ejecutables y archivos de instalación para la producción de aplicaciones comprimidas en CD. La producción de imágenes se realizó usando como plataforma la aplicación AutoCAD®, de amplio uso en el dibujo en ingeniería, así como las herramientas de edición proporcionadas por Windows XP®.

Herramienta de autor: Neobook®

Neobook® es un software de autor de gran difusión en el ámbito educativo, que goza de mucha popularidad debido a su facilidad de uso y bajo costo. En el campo de la informática se conoce como herramienta de autor, a todo software que permite crear aplicaciones independientes del software que lo

generó. Estas aplicaciones son programas o archivos ejecutables (tipo *.EXE). Hoy día la definición es más restrictiva, puesto que se sobreentiende que una herramienta de autor puede manejar elementos multimedia (texto, imagen estática, imagen dinámica, sonidos y vídeos) y enlaces hipertextuales (hipertextos e hipervínculos). De esta forma, un documento de Word, de Word Perfect o una imagen, no son el resultado de utilizar una herramienta de autor. En resumen, el elemento común a las herramientas de autor es el hecho de crear ejecutables que corren independientes del software que los generó, habiendo un proceso de compilado de por medio.

Neobook® permite además, la inclusión de dinamismo en los materiales educativos electrónicos, ya que cuenta con una serie de acciones que pueden ser asignadas a los elementos del producto (botones, imágenes, objetos). Estas acciones pueden ser relativas a la navegación (ir a página, ir a página anterior, ir a página siguiente, regresar, reproducir diapositiva, etc.), generación de mensajes e interacciones (cuadros de diálogo, mensajes de alerta, elementos desplegables, menús desplegables, funciones de búsqueda y de ayuda, etc.), multimedia (inicio y finalización de reproducción de video y audio, control de volumen, emisión de tonos del sistema), gestión de archivos (crear, copiar, eliminar y extraer archivos, leer y escribir registros, etc.), opciones de impresión, trabajo con cadenas de caracteres (insertar, buscar, borrar, extraer, convertir, reemplazar, etc.), acciones relativas a objetos (mover, desvanecer, activar, desactivar, iniciar y detener movimientos, extraer información, iniciar y detener cronómetros), manejo de listas y listas desplegables (obtener, añadir, borrar, cambiar y buscar elementos de la lista), gestión del navegador web, reproducción de archivos FLASH y GIF, ejecución de otras aplicaciones (programas), eventos de control (si condicional, mientras, bucles, ir a línea), manejo de funciones y subrutinas (creación y aplicación) y gestión de variables (definir, establecer, guardar, cargar, limpiar, borrar, etc.).

Herramienta de Dibujo Asistido por Computadora: AutoCAD®

AutoCAD® es un programa de Dibujo Asistido por Computadora (CAD) comercializado por Autodesk®. Cuenta con la preferencia de una gran cantidad de ingenieros y arquitectos a nivel mundial por su robustez, versatilidad, facilidad de uso y precisión, aunado a que permite su uso con fines educativos mediante la expedición de una licencia especial, la cual ha sido otorgada a la Universidad de Los Andes.

Al igual que otros programas de diseño asistido por computadora, AutoCAD® gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos) con la que se puede operar a través de una interfaz gráfica en la que se muestran éstas a manera de tablero de dibujo (sitio web Autodesk) La interacción del usuario se realiza a través de comandos, de edición o dibujo, desde la línea de comandos, a la que el programa está fundamentalmente orientado. Las versiones modernas del programa permiten la introducción de órdenes a través de menús y de iconos agrupados en barras de herramientas. AutoCAD® procesa imágenes de tipo vectorial, aunque admite incorporar archivos de tipo fotográfico o mapa de bits, y mediante herramientas de edición se crean gráficos más complejos. El programa permite organizar los objetos por medio de capas o estratos, ordenando el dibujo en partes independientes con diferente color, espesor de línea, tipo de trazo,

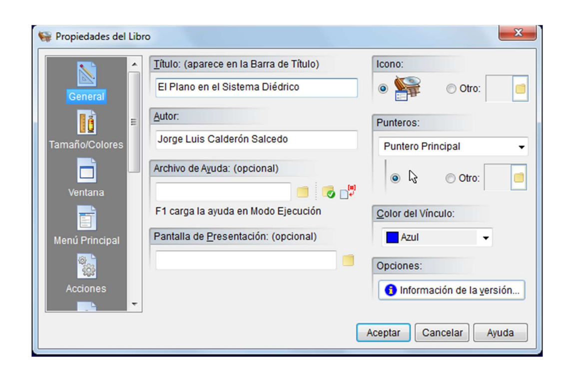
entre otros atributos gráficos. El dibujo de objetos en serie se gestiona mediante el uso de bloques, posibilitando la definición y modificación única de múltiples objetos repetidos.

Parte del programa AutoCAD® está orientado a la producción de planos, empleando para ello los recursos tradicionales del dibujo técnico, como color, grosor de líneas y texturas tramadas, caracterizadas por un alto grado de precisión del orden de la diezmilésima parte de una unidad de medida. La otra parte consiste en el modelado sólido en tres dimensiones, ideal para el diseño y animación de elementos y piezas de ingeniería. Este componente del software ha sido de especial utilidad en la producción de imágenes en perspectiva que ilustran las posiciones del plano en el Sistema Diédrico, así como las rectas y puntos relevantes contenidos en él. Las principales herramientas en este campo son las de creación de entidades básicas tridimensionales (polisólido, caja, cuña, esfera, cono, cilindro, toroide, pirámide, superficie plana), aplicación de diferentes técnicas de modelado (como extrusión, revolución y barrido) y edición de elementos tridimensionales (mover, copiar, alinear, simetría, arreglos, cortes, unión, substracción, intersección, edición de caras y aristas, etc.).

Las imágenes generadas en AutoCAD® han sido exportadas en formato JPEG, siendo luego editadas mediante el empleo de la aplicación Microsoft Office Picture Manager®, para adecuarlas en cuanto a tamaño, resolución y contraste de colores.

Desarrollo del entorno de trabajo de la herramienta

El primer paso en el desarrollo del producto fue la digitalización en Neobook® del entorno de trabajo de acuerdo con lo diseñado en la etapa anterior. Para ello, se configuró una *página maestra* (master page) con características comunes a todas y cada una de las pantallas o páginas de la herramienta. Ello incluye también las propiedades de la aplicación o libro electrónico, como los menús de la barra principal (Ir a tema, Ayuda y Acerca de), color de fondo, tamaño y posición de la pantalla, título, tipo de aplicación, entre otros aspectos, mediante el comando *Propiedades de Libro*, del menú *Libro* (Fig. 11).



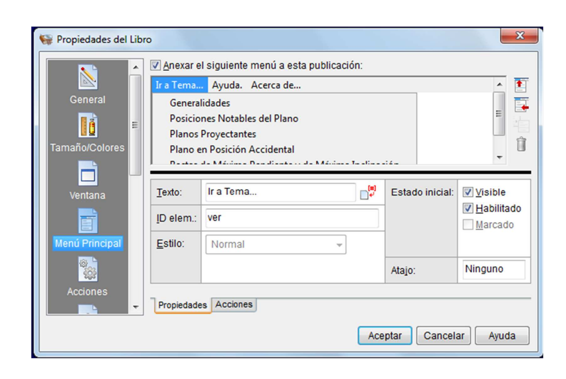


Fig. 11: Propiedades de la Herramienta

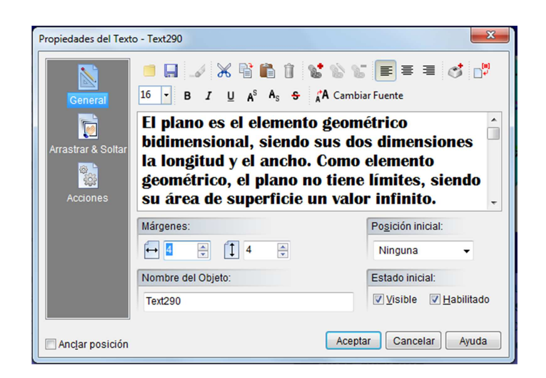
Una vez definidas las propiedades generales de la herramienta desarrollada, se procedió a la digitalización de cada una de las páginas de contenido, comenzando por el Primer Tema: Generalidades. Este proceso se realizó empleando los recursos disponibles en Neobook®, tales como la inserción y edición de textos,

cuadros, imágenes desde archivo, líneas, círculos, entre otros, siguiendo el esquema de colores y el tipo de fuente definidos en la etapa de diseño. Estos recursos se encuentran disponibles en la Barra de Herramientas del programa, situada en la parte izquierda de la pantalla (Fig. 12).



Fig. 12: Barra de Herramientas de Neobook®

Cada elemento insertado posee una serie de propiedades: color de borde, color de fondo, fuente, tamaño, acciones a ejecutar, ruta de archivo, posición entre otras. Estas propiedades fueron editadas en el cuadro de diálogo correspondiente, siguiendo las pautas establecidas en la etapa de diseño de la herramienta (Fig. 13).



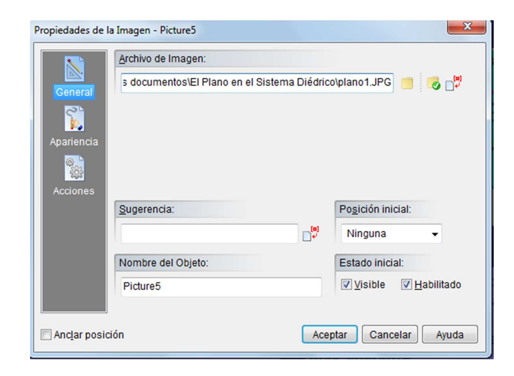
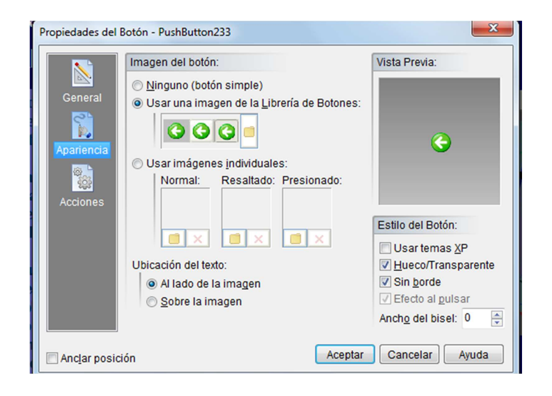


Fig. 13: Edición de textos, imágenes y otros elementos

La navegación entre páginas está determinada por dos botones de Avance y Retroceso, los cuales permiten ir a la página siguiente y a la página anterior, respectivamente. La acción que estos elementos generan se incluye en el cuadro de diálogo correspondiente a su inserción, tal como se muestra en la Fig. 14.



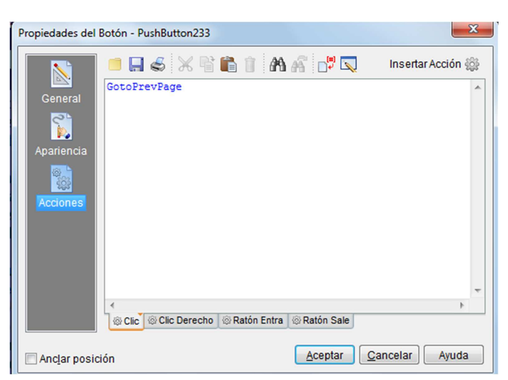


Fig. 14: Inserción de botones de navegación

La producción de páginas que incluyen ejemplos resueltos paso a paso, requirió del uso de cronómetros (timers) que determinan el inicio y la finalización de acciones ejecutadas por elementos gráficos y textuales del entorno, de acuerdo con la secuencia de solución de dicho ejemplo. Cada etapa del procedimiento requiere de un cronómetro, el cual dirige los eventos (mostrar, ocultar, mover) que afectan a los elementos implicados en esa etapa (Fig. 15).

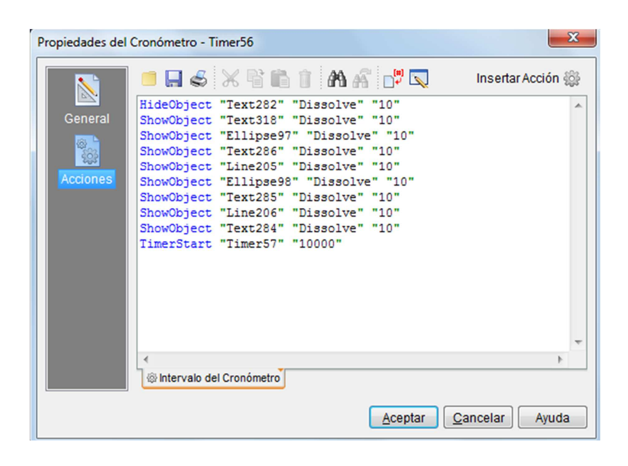


Fig. 15: Inserción de cronómetro y acciones que ejecuta

En cada uno de los temas o sesiones de clase de la herramienta, se incluyen cuestionarios, bien sea como práctica asistida o como autoevaluación. En el primer caso, el sistema debe ser capaz de generar un mensaje de retroalimentación cuyo contenido depende de la opción seleccionada por el usuario. Para ello, se emplean estructuras de control asociadas a elementos tipo botón que desencadenan la aparición de ventanas emergentes (Alert box) con el correspondiente mensaje o retroalimentación. En el segundo caso, el sistema almacena la puntuación – siempre que la opción seleccionada sea la correcta – en una variable (temp) que luego puede ser consultada mediante la acción de un botón (Fig. 16).

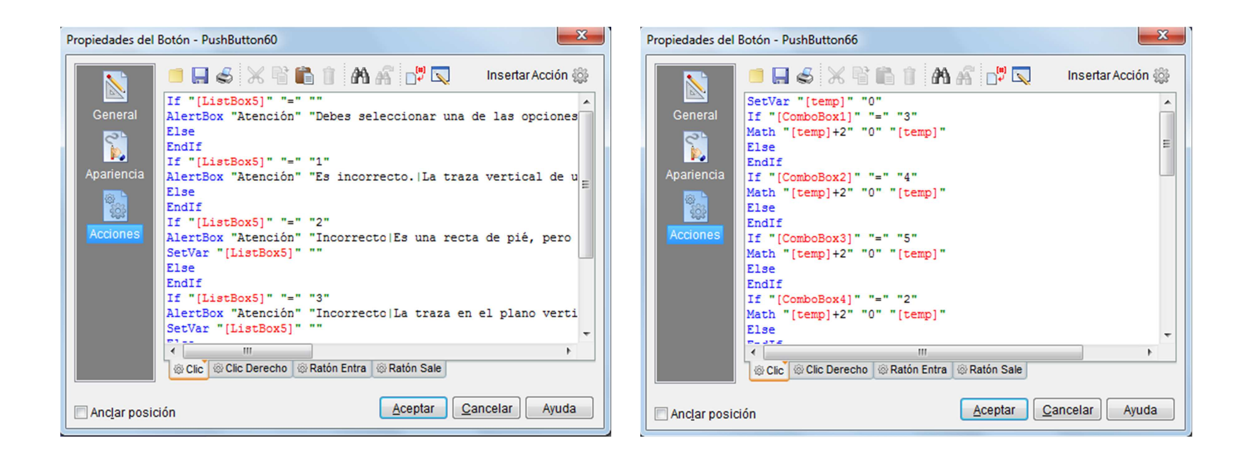
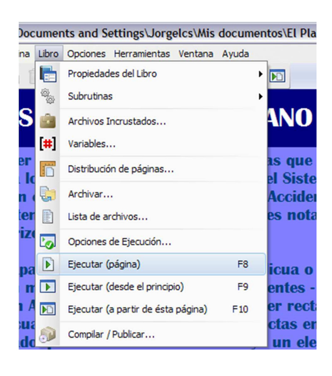


Fig. 16: Propiedades de botón en práctica guiada y en autoevaluación

A medida que se digitalizaba cada una de las páginas o pantallas de la herramienta diseñada, se realizaron pruebas o corridas en caliente para verificar el funcionamiento de los elementos y la apariencia de la interfaz. Neobook® permite realizar este tipo de pruebas mediante las opciones *Ejecutar página*, *Ejecutar desde el principio* y *Ejecutar* a partir de esta página, disponibles en el menú Libro (Fig. 17). Estas operaciones permitieron rastrear y solventar errores de todo tipo en el producto en desarrollo.



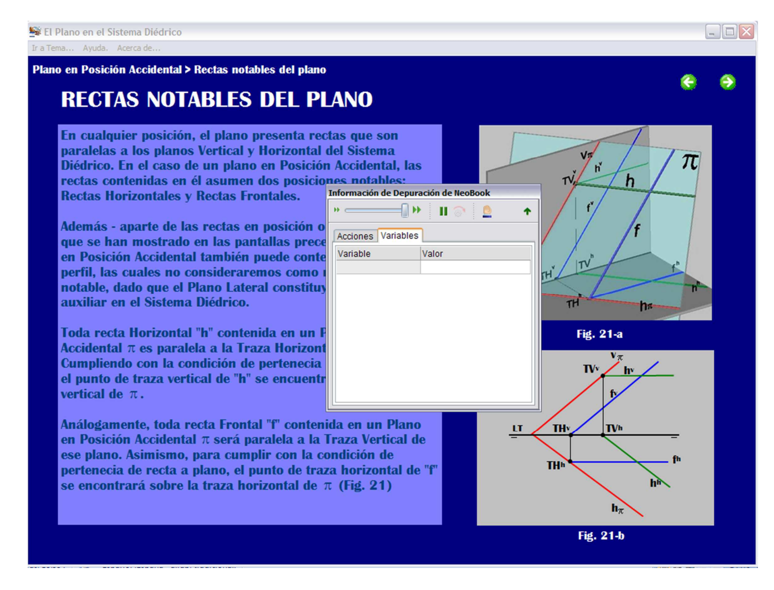
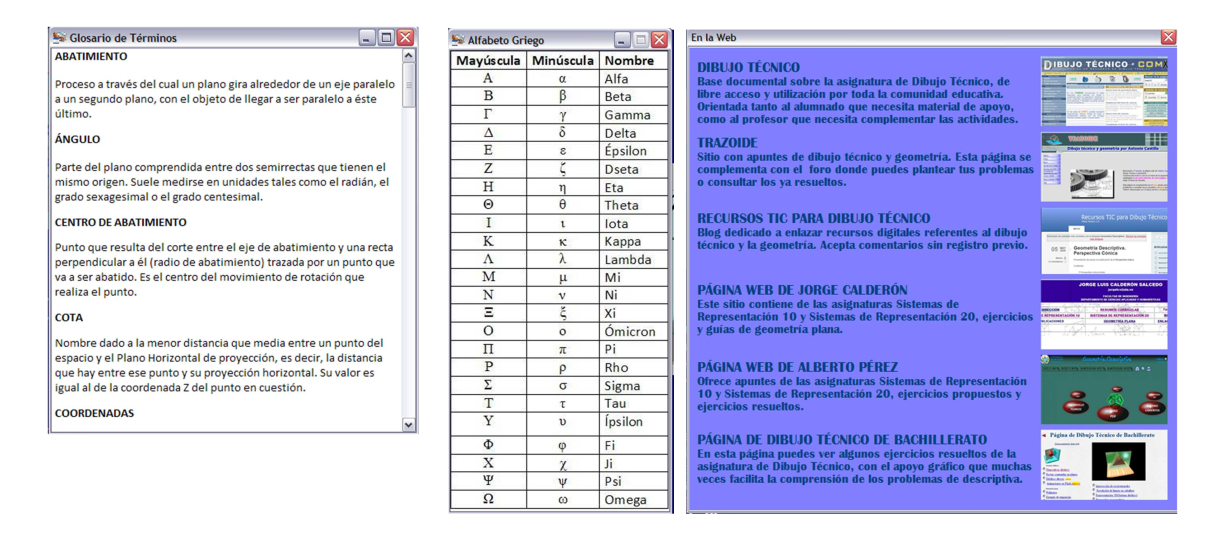


Fig. 17: Modo Prueba de Ejecución

En última instancia, se procedió al desarrollo de los elementos adicionales de ayuda e información de la herramienta: *Glosario de Términos*, *Alfabeto Griego* y *En la Web*, y *Acerca de*. Para los dos primeros recursos se crearon archivos de texto en formato RTF que se muestran en pantalla al activar el menú correspondiente, mientras que los dos últimos se trabajaron como ventanas emergentes (pupup) con elementos hipertextuales (Fig. 18).



Glosario de Términos

ABATIMIENTO

Proceso a través del cual un plano gira alrededor de un eje paralelo a un segundo plano, con el objeto de llegar a ser paralelo a éste último.

ÁNGULO

Parte del plano comprendida entre dos semirrectas que tienen el mismo origen. Suele medirse en unidades tales como el radián, el grado sexagesimal o el grado centesimal.

CENTRO DE ABATIMIENTO

Punto que resulta del corte entre el eje de abatimiento y una recta perpendicular a él (radio de abatimiento) trazada por un punto que va a ser abatido. Es el centro del movimiento de rotación que realiza el punto.

COTA

Nombre dado a la menor distancia que media entre un punto del espacio y el Plano Horizontal de proyección, es decir, la distancia que hay entre ese punto y su proyección horizontal. Su valor es igual al de la coordenada Z del punto en cuestión.

COORDENADAS

Alfabeto Griego

Mayúscula	Minúscula	Nombre
Α	α	Alfa
Β	β	Beta
Γ	γ	Gamma
Δ	δ	Delta
Ε	ε	Épsilon
Ζ	ζ	Dseta
Η	η	Eta
Θ	θ	Theta
Ι	ι	Iota
Κ	κ	Kappa
Λ	λ	Lambda
Μ	μ	Mi
Ν	ν	Ni
Ξ	ξ	Xi
Ο	ο	Ómicron
Π	π	Pi
Ρ	ρ	Rho
Σ	σ	Sigma
Τ	τ	Tau
Υ	υ	Ípsilon
Φ	φ	Fi
Χ	χ	Ji
Ψ	ψ	Psi
Ω	ω	Omega

Fig. 18: Elementos de ayuda de la herramienta

Compilación de la herramienta

Como ya se ha indicado, la herramienta Neobook® permite la generación de un archivo ejecutable, de modo que el software desarrollado funciona de manera independiente, incorporando en sí mismo los elementos gráficos, de texto y de video añadidos por el desarrollador. Además, permite crear un archivo instalador (setup) a fin de facilitar la distribución del producto en CD o mediante la descarga desde un servidor remoto a través de la Internet. Estas operaciones se ejecutan desde el menú Libro en la opción Compilar/Publicar; las opciones se muestran en un cuadro de diálogo (Fig. 19).

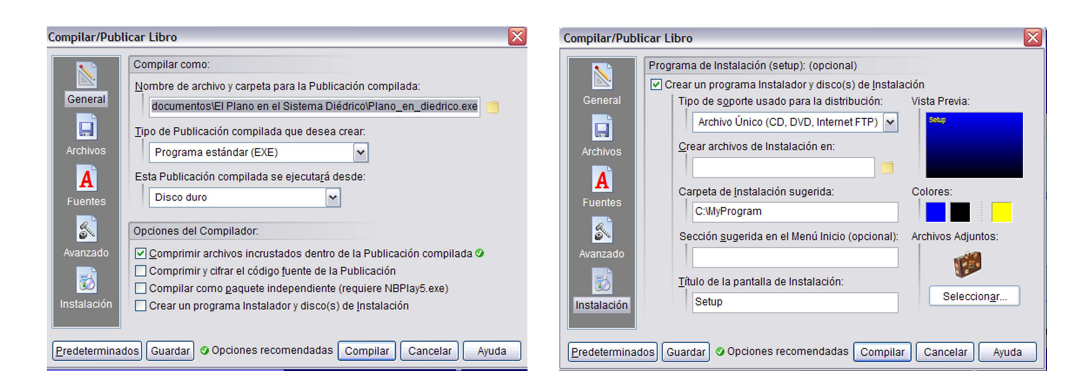


Fig. 19: Opciones de Compilación/Publicación de la herramienta desarrollada

La herramienta desarrollada se compiló como archivo ejecutable para ser evaluado por el desarrollador; el autor asignó el nombre de *El Plano en el Sistema Diédrico*, como identificador de la herramienta desarrollada. Al mismo tiempo, se generó un archivo ejecutable que fue distribuido – acompañado de un archivo léeme – a un grupo de tres profesores expertos en el área de Geometría Descriptiva y al conjunto de usuarios potenciales (estudiantes) que participaron en la prueba piloto y en la prueba de campo.

4.3.2 Evaluación del prototipo por parte de expertos

Al finalizar el proceso de digitalización y compilación de la herramienta, se cuenta con un primer prototipo que debe ser sometido a evaluación por parte de expertos y de usuarios potenciales, a fin de detectar posibles debilidades y tomar las acciones correspondientes, apuntando siempre a obtener un producto de calidad que cumpla con el objetivo educativo planteado. La primera de las pruebas realizadas a este efecto tuvo por evaluadores a dos profesores adscritos a la Facultad de Ingeniería de la ULA expertos en Geometría Descriptiva y a un profesor, adscrito a la misma dependencia, experto en desarrollo de Sistemas Computacionales, todos ajenos por completo al proceso de desarrollo de la herramienta. El instrumento de recolección de información aplicado contempla tres dimensiones fundamentales (Cova y otros, 2008): Calidad Educativa, Calidad Técnica y Calidad Estética, con una escala ordinal de tres niveles: tres (3) para *completamente de acuerdo*, dos (2) para *parcialmente de acuerdo*, y uno (1) para *completamente en desacuerdo* (Anexo 1).

Una vez promediadas las calificaciones de los evaluadores en cada ítem y en cada dimensión, se obtuvo una serie de resultados que demuestran fortalezas en los campos educativo y técnico, y algunas debilidades en el aspecto estético, tal como se muestra en la Tabla N° 2.

Tabla Nº 2: Resultados de la evaluación de la herramienta por parte de expertos (Fuente: Elaboración propia)

CALIDAD EDUCATIVA					
	PLANTEAMIENTO	E1	E2	E3	**PROM**
1	El programa explica la materia de estudio en forma concreta y precisa	3	3	3	**3,00**
2	El software es útil en el ámbito educativo	3	3	3	**3,00**
3	El contenido es adecuado a los alumnos a los que está dirigido	3	3	3	**3,00**
4	El contenido no tiene prejuicios ni estereotipos	3	3	3	**3,00**
5	La aplicación es adecuada para su uso informático	3	3	3	**3,00**
6	El nivel de comprensión y el tono se ajusta a la población a la que se dirige	3	2	3	**2,67**
7	Las preguntas son apropiadas al contenido y miden el dominio del estudiante	2	3	2	**2,33**
8	El enfoque se ajusta a los estudiantes a los que se dirige	3	3	2	**2,67**
9	El estudiante es un participante activo en el proceso de aprendizaje	2	3	3	**2,67**
10	El usuario comprende la presentación en pantalla	2	2	3	**2,33**
11	El software estimula la creatividad y propicia la toma de decisiones	2	3	3	**2,67**
12	El usuario puede detener la actividad en cualquier momento y volver al menú principal	3	3	2	**2,67**
13	Los objetivos de aprendizaje están explícitos	3	3	3	**3,00**
14	La retroalimentación es oportuna, positiva, informativa y pertinente	2	3	3	**2,67**
15	El modelo didáctico es válido y se ajusta a los estudiantes a los que se dirige	2	3	2	**2,33**
PROMEDIOS		**2,6**	**2,87**	**2,73**	**2,73**
CALIDAD TÉCNICA					
	PLANTEAMIENTO	E1	E2	E3	**PROM**
1	El software se ejecuta sin retrasos indebidos	3	3	3	**3,00**
2	Los gráficos son claros y de fácil interpretación	2	3	2	**2,33**
3	Las explicaciones sobre procedimientos e instrucciones son claras	3	3	3	**3,00**
4	La interfaz es sencilla y de fácil uso	3	3	3	**3,00**
5	La secuencia de los elementos del menú (o menús) es lógica	3	3	3	**3,00**
6	El usuario requiere de un conocimiento mínimo de informática para trabajar con el programa	3	3	3	**3,00**
7	El tiempo de inicio para la puesta en práctica del estudiante no es excesivo	3	3	3	**3,00**
8	Los gráficos favorecen el centrado de la atención en el tema y no resultan ser distractores	3	3	3	**3,00**
9	Los gráficos se utilizan para motivar y resultan adecuados a la población estudiantil	3	3	3	**3,00**
10	La calidad de los gráficos es buena	2	2	3	**2,33**
PROMEDIOS		**2,8**	**2,9**	**2,9**	**2,87**
CALIDAD ESTÉTICA					
	PLANTEAMIENTO	E1	E2	E3	**PROM**
1	La combinación de colores empleada resulta cómoda para el usuario	2	2	2	**2,0**
2	Los gráficos armonizan con el entorno de trabajo	3	2	3	**2,67**
3	La fuente empleada resulta adecuada y de fácil lectura	2	2	2	**2,00**
4	Las pantallas presentan un diseño claro y atractivo	2	2	3	**2,33**
5	Los iconos presentan un diseño agradable y de fácil localización	3	3	2	**2,67**
PROMEDIOS		**2,4**	**2,2**	**2,4**	**2,33**

Antes de pasar a la siguiente fase en la etapa de desarrollo, se realizaron los cambios sugeridos por los evaluadores, sobre todo en el aspecto estético de la interfaz de comunicación usuario-computadora (fuente,

tonalidades de colores), en los cuales se obtuvo una calificación promedio inferior a 2,33 sobre 3 puntos, lo cual representa un 77,67% de la calificación máxima.

4.4 PRUEBA PILOTO

4.4.1 Diseño de la prueba

El carácter de piloto en una prueba se refiere a que funciona como modelo, es decir, tiene un carácter experimental. En principio, se puede establecer una primera diferencia entre una prueba piloto y una de campo: mientras que en la primera se trabaja con un grupo representativo de la población objeto, de modo que su efecto sea controlable y se pueda evaluar la experiencia sin que ello genere efectos masivos, en la segunda se trabaja con toda la población. Otra diferencia esencial entre ambos tipos de prueba es que, mientras que en la prueba piloto se evalúan uno o varios tratamientos (estrategias didácticas, en este caso), usualmente en la prueba de campo se aplica, a toda la población, el tratamiento que la prueba piloto mostró ser más efectivo, para de esta manera constatar su efectividad y eficiencia, y determinar los factores que inciden en el fenómeno estudiado.

La primera prueba con usuarios potenciales de la herramienta desarrollada (denominada prueba piloto o prueba alfa), se realiza en un ambiente de laboratorio, es decir, controlando en la medida de lo posible las variables externas que pudieran intervenir en el proceso de aprendizaje del tema abordado por el software. Para lograrlo, se planteó una experiencia que corresponde a un modelo Cuasi-experimental con un Grupo Control (A) y un Grupo Experimental (B). El primero recibió clases tradicionales expositivas empleando como recurso el pizarrón. El segundo contó con el software desarrollado como recurso para el estudio de los conceptos y procedimientos, guiado por el docente. Al final del proceso, se aplicó la misma prueba de rendimiento (Anexo 2), luego de cuatro sesiones de clases a cada uno de los dos grupos (Generalidades, Posiciones Notables del Plano, Planos Proyectantes y Plano en Posición Accidental).

Cada grupo estuvo compuesto por quince (15) estudiantes, tomados al azar del grupo de treinta (30) estudiantes de la sección 07 de Sistemas de Representación 10 para el período B-2010. Las muestras no son probabilísticas.

Condiciones de uso de la herramienta *El Plano en el Sistema Diédrico*

Como ya se ha indicado, el Grupo Experimental (Grupo B) utilizó el software desarrollado como parte de las clases correspondientes a los cuatro temas abordados. En primera instancia, el docente presentó los contenidos y ejemplos a través de la proyección de las pantallas de contenido de la herramienta, discutiendo cada aspecto en la medida en que el grupo lo requería. Luego, el grupo realizó las actividades incluidas en la etapa de práctica asistida, contando siempre con el apoyo del docente. Por último, cada uno de los estudiantes recibió un ejemplar del CD de instalación del programa, a los fines de apoyar su trabajo independiente (repaso, estudio) fuera del ambiente de clase.

Hipótesis de trabajo

El empleo de la herramienta *El Plano en el Sistema Diédrico*, como apoyo en las clases de Sistemas de Representación 10, mejora el nivel de comprensión de los conceptos y procedimientos referentes al plano en sus diferentes posiciones, los elementos que lo componen y su representación en el Sistema Diédrico.

Variables

- Empleo de la herramienta *El Plano en el Sistema Diédrico*.
- Comprensión de conceptos y procedimientos.

La operacionalización de estas variables se muestra en la Tabla N° 3

Tabla Nº 3: Operacionalización de las variables en la Prueba Piloto (Fuente: Elaboración propia)

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
Empleo de la herramienta *El Plano en el Sistema Diédrico*	-	-	Sí/No
Comprensión de conceptos y procedimientos	Dominio de Aspectos Teóricos	El estudiante identifica las características de un plano según su posición en el Sistema Diédrico	0 – 4
	Capacidad de resolución de problemas	El estudiante resuelve correctamente problemas relativos a planos en el Sistema Diédrico	0 - 16

4.4.2 Pruebas estadísticas

Para establecer la validez o nulidad de la hipótesis planteada, se aplicó el contraste de medias de Student para muestras independientes, comparando los resultados de las dimensiones *Dominio de Aspectos Teóricos* y *Capacidad de resolución de problemas*, para ambos grupos. Adicionalmente, se estudió la correlación entre ambas dimensiones de la variable *Comprensión de conceptos y procedimientos.* Estos procedimientos se realizaron con la ayuda del paquete SPSS® versión estudiantil.

- Dominio de Aspectos Teóricos

H1: Existen diferencias significativas entre las medias de calificaciones de ambos grupos en lo referente al Dominio de Aspectos Teóricos.

H0: No existen diferencias significativas entre las medias de calificaciones de ambos grupos en lo referente al Dominio de Aspectos Teóricos.

$\alpha = 0,05$

- Capacidad de Resolución de Problemas

H1: Existen diferencias significativas entre las medias de calificaciones de ambos grupos en lo referente a la Capacidad de Resolución de Problemas.

H0: No existen diferencias significativas entre las medias de calificaciones de ambos grupos en lo referente a la Capacidad de Resolución de Problemas.

α = 0,05

- Correlación entre Dominio de Aspectos Teóricos y Capacidad de Resolución de Problemas

H1: Existe una correlación significativa entre las dimensiones Dominio de Aspectos Teóricos y Capacidad de Resolución de Problemas

H0: No existe una correlación significativa entre las dimensiones Dominio de Aspectos Teóricos y Capacidad de Resolución de Problemas

α = 0,05

4.4.3 Resultados

A continuación se muestran los resultados de la prueba de rendimiento empleada como instrumento de recolección de información en la Prueba Piloto, así como los resultados de las pruebas estadísticas aplicadas.

Tabla Nº 4: Prueba Piloto: Resultados de la prueba de rendimiento por grupos (Fuente: Elaboración propia)

GRUPO EXCPERIMENTAL (B)			GRUPO CONTROL (A)		
Dominio de aspectos teóricos	**Capacidad de resolución de problemas**	**Calificación total**	**Dominio aspectos teóricos**	**Capacidad de resolución de problemas**	**Calificación total**
4	6	20	3	14	17
4	11	15	2	8	10
2	12	14	1	11	12
3	5	8	1	6	7
1	5	6	2	5	7
4	12	16	2	6	8
4	16	20	4	14	18
4	14	18	3	11	14
4	12	16	0	3	3
2	12	14	1	8	9
4	5	9	2	8	10
3	14	17	2	4	6
1	11	12	1	8	9
4	11	15	3	8	11
2	11	13	3	8	11

Dominio de Aspectos Teóricos

Tabla Nº 5: Prueba Piloto: Estadísticos de la dimensión Dominio de Aspectos Teóricos (Fuente: Elaboración propia)

Uso de la Herramienta	Media	Mediana	Varianza	Desviación Típica	Error típico de la media
Sí (Grupo B)	3,07	4,00	1,352	1,16	0,30
No (Grupo A)	2,00	2,00	1,143	1,07	0,28

Tabla Nº 6: Prueba Piloto: Contraste de medias para la dimensión Dominio de Aspectos Teóricos (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

		Prueba de Levene para igualdad de varianzas		Prueba T para igualdad de medias (muestras independientes)						
		F	Sig	t	gl	Sig (bilateral)	Diferencia de medias	Error típico en la diferencia	95% intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Dominio de Aspectos Teóricos	Se han asumido varianzas iguales	0,767	0,389	2,615	28	0,014	1,07	0,41	0,23	1,90
	Se han asumido varianzas diferentes			2,615	27,804	0,014	1,07	0,41	0,23	1,90

La Tabla N° 5 muestra un resumen descriptivo de la dimensión *Dominio de Aspectos Teóricos* estratificando por grupo, según el empleo o no de la herramienta computacional desarrollada. El valor medio de la calificación registrada en estudiantes que sí emplearon la herramienta (Grupo B) fue de 3,07 puntos, mientras que el valor medio de la calificación registrada en estudiantes que no emplearon la herramienta (Grupo A) fue de 2,00 puntos. Según la prueba de Levene, que se muestra en la Tabla N° 6, se acepta la hipótesis nula de varianzas iguales, dado que el valor Sig es igual a 0,389, mayor que 0,05. Luego, observando los resultados de la comparación de medias asumiendo igualdad de varianzas, se obtiene un Sig (la significación estadística correspondiente al factor de contraste calculado) con un valor de 0,014. A partir de este valor es posible contestar a la siguiente pregunta: ¿Son las medias de las calificaciones en la dimensión *Dominio de Aspectos Teóricos* iguales entre ambos grupos? Como ya se ha definido que $\alpha = 0,05$ (corresponde a la región crítica para aceptar o rechazar hipótesis), el Sig obtenido en la prueba es inferior a este valor, por lo que se rechaza la hipótesis nula de que no existen diferencias entre las medias según el empleo de la herramienta desarrollada. Como se puede observar, en la Tabla N° 6 se muestra adicionalmente, cual es la media muestral de las diferencias, el error estándar y el intervalo de confianza al 95% de la diferencia de medias.

Capacidad de Resolución de Problemas

Tabla Nº 7: Prueba Piloto: Estadísticos de la dimensión Capacidad de Resolución de Problemas (Fuente: Elaboración propia)

Uso de la Herramienta	Media	Mediana	Varianza	Desviación Típica	Error típico de la media
Sí (Grupo B)	11,13	12,00	12,838	3,58	0,93
No (Grupo A)	8,13	8,00	10,552	3,25	0,84

Tabla Nº 8: Prueba Piloto: Contraste de medias para la dimensión Capacidad de Resolución de Problemas (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

		Prueba de Levene para igualdad de varianzas		Prueba T para igualdad de medias (muestras independientes)						
		F	Sig	t	gl	Sig (bilateral)	Diferencia de medias	Error típico en la diferencia	95% intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Capacidad de Resolución de Problemas	Se han asumido varianzas iguales	0,053	0,819	2,402	28	0,023	3,00	1,25	0,44	5,56
	Se han asumido varianzas diferentes			2,402	27,735	0,023	3,00	1,25	0,44	5,56

Se asumen varianzas iguales y se rechaza la hipótesis nula de que no existen diferencias entre las medias según el empleo de la herramienta desarrollada, ya que Sig es menor que α. (0,023<0,05).

Correlación entre Dominio de Aspectos Teóricos y Capacidad de Resolución de Problemas

Tabla Nº 9: Prueba Piloto Correlación entre Dominio de Aspectos Teóricos y Capacidad de Resolución de Problemas (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

		Dominio de Aspectos Teóricos	Capacidad de Resolución de Problemas
Dominio de Aspectos Teóricos	Correlación de Pearson	1,000	0,556**
	Sig (bilateral)	,	0,001
	N	30	30
Capacidad de Resolución de Problemas	Correlación de Pearson	0,556**	1,000
	Sig (bilateral)	0,001	,
	N	30	30

**La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

La Tabla N° 9 consiste en una matriz de tipo simétrica que toma valores unitarios en la diagonal. Se muestra el par de dimensiones estudiadas, el coeficiente de correlación seleccionado (de Pearson, dado el tipo de escala en la que se presentan los valores), la significación del contraste realizado (Sig), de modo que cuanto menor sea su valor más fiable será el dato arrojado por el coeficiente de correlación seleccionado; y el número de casos no perdidos considerados (N), el cual fue de treinta (30), correspondiente a la suma de ambos grupos. El resultado indica claramente un grado de correlación significativa al nivel del 1%, más que suficiente para rechazar la hipótesis nula, según la cual no existe correlación significativa entre las dos dimensiones de la variable estudiada.

4.4.4 Discusión

Los resultados arrojados por la prueba de rendimiento aplicada en la Prueba Piloto y el correspondiente análisis estadístico realizado, permiten llegar a las siguientes conclusiones:

1. El empleo de la herramienta computacional educativa *El Plano en el Sistema Diédrico*, por parte de los estudiantes de la asignatura Sistemas de Representación 10, influye positivamente en el nivel de comprensión del tema estudiado, bajo las condiciones de uso que caracterizaron a la Prueba Piloto, tanto en la dimensión *Dominio de Aspectos Teóricos* como en la dimensión *Capacidad de Resolución de Problemas*.
2. El *Dominio de los Aspectos Teóricos* y la *Capacidad de Resolución de Problemas* están estrechamente relacionados, como dimensiones de la variable *Comprensión de Conceptos y Procedimientos*.

Una vez completadas las actividades referentes a la realización de la Prueba Piloto y verificada la utilidad desde el punto de vista educativo de la herramienta desarrollada, se procedió al diseño y ejecución de la Prueba de Campo.

4.5 PRUEBA DE CAMPO

4.5.1 Diseño de la prueba

Una vez comprobada la efectividad de la herramienta desarrollada desde el punto de vista formativo, se procedió a la planificación y ejecución de una prueba adicional de campo empleando como muestra la totalidad de los estudiantes (treinta) cursantes de la asignatura Sistemas de Representación 10, Sección 07, semestre B-2010. En este sentido, se desarrollaron clases presenciales usando como elemento fundamental de apoyo didáctico el tutorial desarrollado por el autor. Adicionalmente, cada uno de los estudiantes recibió un CD contentivo del archivo instalador del programa, a fin de ser usado de manera individual en su casa o en algún otro lugar fuera del salón de clases. Los temas abordados fueron Rectas de Máxima Pendiente, Rectas de Máxima Inclinación y Abatimiento de Planos.

Luego de la última clase correspondiente al conjunto de temas tratados se realizó un repaso, utilizando siempre el programa desarrollado como apoyo del proceso, mediante la realización de prácticas y cuestionarios, así como de autoevaluaciones. Finalmente se llevó a cabo la prueba de rendimiento (Anexo 3), la cual estuvo constituida por cuatro (4) ítems de selección simple (cada uno con un valor de un punto) y dos (2) ejercicios prácticos (cada uno con un valor de dieciséis puntos), para ser resueltos en dos horas con cuarenta y cinco minutos. El principal objetivo de esta experiencia fue el de confirmar el resultado obtenido en la prueba piloto en cuanto al buen desempeño del grupo de estudiantes en el dominio de las dimensiones de la variable *Comprensión de Conceptos y Procedimientos* relacionados con los temas tratados a lo largo de las clases (Rectas de Máxima Pendiente, Rectas de Máxima Inclinación y Abatimiento de Planos), contando con el apoyo del tutorial *El Plano en el Sistema Diédrico*.

En la sesión de clase inmediatamente posterior a esta prueba de rendimiento se aplicó un segundo instrumento denominado Encuesta Final (Anexo 4), elaborado por Galvis (1992), el cual está dirigido a recoger la opinión de los estudiantes con relación a las características de la herramienta computacional probada. Este instrumento presenta una serie de treinta y tres (33) planteamientos para ser calificados

mediante una escala ordinal tipo Likert, la cual va desde 1(desacuerdo total) hasta 5 (acuerdo total). La puntuación máxima posible que cada estudiante puede asignar a la herramienta *El Plano en el Sistema Diédrico*, empleando este instrumento, es de 165 puntos, en tanto que la mínima es de 33 puntos.

4.5.2 Resultados

Prueba de Rendimiento

La Tabla Nº 10 muestra los resultados de la prueba de rendimiento efectuada, discriminados en: Dominio de Aspectos Teóricos y Capacidad de Resolución de Problemas, y acompañados de la calificación global, que corresponde a la suma de las dos primeras.

Tabla Nº 10: Prueba de Campo: Resultados de la prueba de rendimiento (Fuente: Elaboración propia)

Dominio de Aspectos Teóricos	Cap. de Resolución de Problemas	Calificación Global
4	16	20
1	0	1
3	10	13
4	16	20
3	10	13
2	6	8
4	12	16
4	11	15
4	13	17
3	11	14
3	16	19
1	3	4
4	15	19
4	16	20
3	12	15
4	16	20
4	16	20
3	8	11
4	16	20
4	8	12
4	11	15
4	12	16
3	12	15
2	6	8
3	14	17
3	8	11
4	15	19
4	14	18
4	15	19
3	16	19

A continuación se presentan las distribuciones de frecuencias con sus respectivos estadísticos descriptivos, así como su representación mediante gráficos de barras y de sectores (torta). Todas las operaciones requeridas fueron realizadas con el apoyo de la herramienta SPSS® versión estudiantil.

Tabla Nº 11: Prueba de Campo: Prueba de Rendimiento. Estadísticos para la dimensión *Dominio de Aspectos Teóricos* (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

N	Válidos	30
	Perdidos	0
Media		3,3333
Erros típico de la media		0,1614
Mediana		4,0000
Moda		4,00
Desviación típica		0,8841
Varianza		0,7816
Rango		3,00
Mínimo		1,00
Máximo		4,00
Percentiles	10	2,00
	20	3,00
	30	3,00
	40	3,00
	50	4,00
	60	4,00
	70	4,00
	80	4,00
	90	4,00

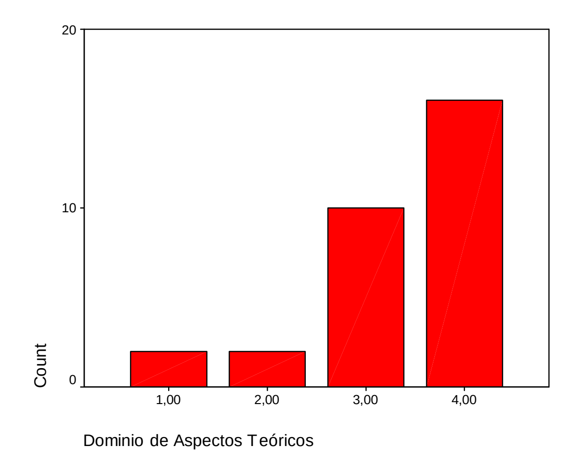


Fig. 20: Prueba de Campo. Prueba de Rendimiento *Dimensión Dominio de Aspectos Teóricos*. Distribución de frecuencias. Gráfico de barras (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

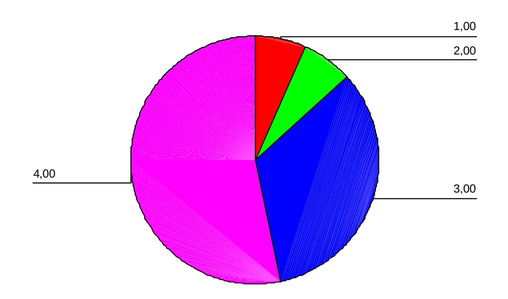


Fig. 21: Prueba de Campo. Prueba de Rendimiento. Distribución de frecuencias. Gráfico por sectores (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

Tabla Nº 12: Prueba de Campo: Prueba de Rendimiento. Estadísticos para la dimensión *Capacidad de Resolución de Problemas* (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

N	Válidos	30
	Perdidos	0
Media		11,8000
Erros típico de la media		0,7722
Mediana		12,0000
Moda		16,00
Desviación típica		4,2296
Varianza		17,8897
Rango		16,00
Mínimo		0,00
Máximo		16,00
Percentiles	10	6,00
	20	8,00
	30	10,30
	40	11,40
	50	12,00
	60	14,00
	70	15,00
	80	16,00
	90	16,00

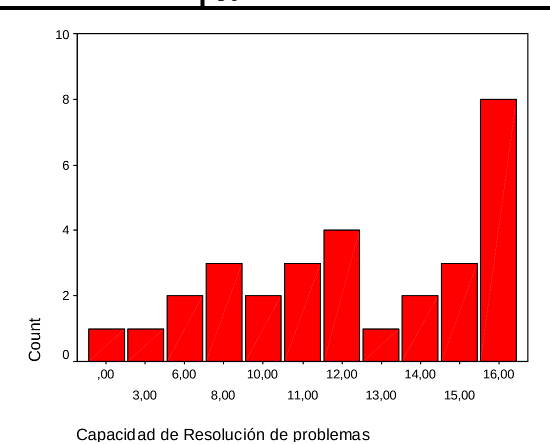


Fig. 22: Prueba de Campo. Prueba de Rendimiento. *Dimensión Capacidad de Resolución de Problemas.* Distribución de frecuencias. Gráfico de barras (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

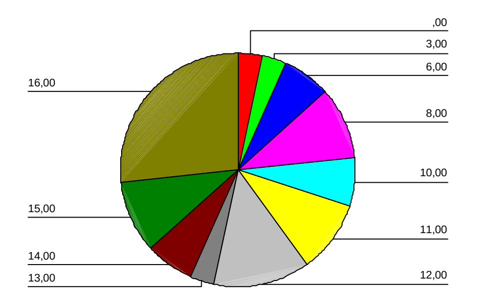


Fig. 23: Prueba de Campo. Prueba de Rendimiento. *Capacidad de Resolución de Problemas*. Distribución de frecuencias. Gráfico por sectores (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

Tabla Nº 13: Prueba de Campo: Estadísticos para la calificación global (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

N	Válidos	30
	Perdidos	0
Media		15,1333
Erros típico de la media		0,9056
Mediana		16,0000
Moda		20,00
Desviación típica		4,9601
Varianza		24,6023
Rango		19,00
Mínimo		1,00
Máximo		20,00
Percentiles	10	8,00
	20	11,20
	30	13,30
	40	15,00
	50	16,00
	60	17,60
	70	19,00
	80	19,80
	90	20,00

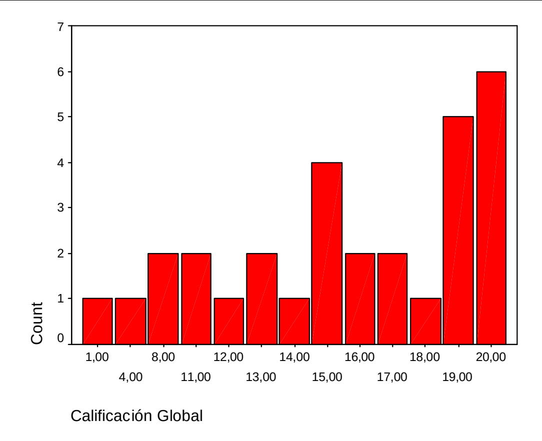


Fig. 24: Prueba de Campo. Prueba de Rendimiento. *Calificación Global.* Distribución de frecuencias. Gráfico de barras (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

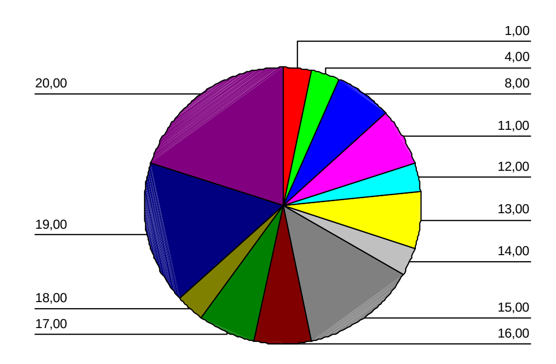


Fig. 25: Prueba de Campo. Prueba de Rendimiento. *Calificación Global*. Distribución de frecuencias. Gráfico por sectores (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

Tabla Nº 14: Prueba de Campo: Coeficientes de Sesgo y de Curtosis (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

	N	Coeficiente de Sesgo		Coeficiente de Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Error Típico	Estadístico	Error Típico
Dominio de Aspectos Teóricos	30	-1,378	0,427	1,446	0,833
Capacidad de Resolución de Problemas	30	-1,064	0,427	0,791	0,833
Calificación Global	30	-1,242	0,427	1,270	0,833

Encuesta Final

Una vez aplicada la Encuesta Final, se procedió a establecer el puntaje asignado por cada estudiante y a su posterior conversión a la tradicional escala de 0 a 20 puntos, para lo cual se diseñó la siguiente fórmula:

$$Calificación_{0\ a\ 20} = \frac{Puntaje_{33\ a\ 165} - 33}{6,6}$$

Esta transformación en la escala obedece a una razón de tipo práctico: dado que en la Facultad de ingeniería de la ULA y en la mayor parte de las Facultades de esta Universidad, la escala de calificaciones va de 0 a 20 puntos, resulta cómodo para la mayor parte de los evaluadores de la institución interpretar valores en esta escala tradicional.

Los resultados de la Encuesta Final se muestran en la Tabla Nº 15, tanto en la escala original como en su equivalente de 0 a 20 puntos. Luego se presenta la correspondiente distribución de frecuencias y los estadísticos descriptivos, así como la representación gráfica de dicha distribución.

Tabla Nº 15: Prueba de Campo: Resultados de la Encuesta Final (Fuente: Elaboración propia)

Escala Original (33-165)	**Escala de 0 a 20**	**Escala Original (33-165)**	**Escala de 0 a 20**
149	17,58	159	19,09
136	15,61	153	18,18
148	17,42	149	17,58
114	12,27	154	18,33
147	17,27	141	16,36
128	14,39	163	19,70
149	17,58	147	17,27
108	11,36	140	16,21
130	14,70	141	16,36
134	15,30	160	19,24
150	17,73	146	17,12
135	15,45	149	17,58
150	17,73	157	18,79
118	12,88	146	17,12
151	17,88	135	15,45

Tabla Nº 16: Prueba de Campo: Encuesta Final. Distribución de Frecuencias (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	11,36	1	3,3	3,3	3,3
	12,27	1	3,3	3,3	6,7
	12,88	1	3,3	3,3	10,0
	14,39	1	3,3	3,3	13,3
	14,70	1	3,3	3,3	16,7
	15,30	1	3,3	3,3	20,0
	15,45	2	6,7	6,7	26,7
	15,61	1	3,3	3,3	30,0
	16,21	1	3,3	3,3	33,3
	16,36	2	6,7	6,7	40,0
	17,12	2	6,7	6,7	46,7
	17,27	2	6,7	6,7	53,3
	17,42	1	3,3	3,3	56,7
	17,58	4	13,3	13,3	70,0
	17,73	2	6,7	6,7	76,7
	17,88	1	3,3	3,3	80,0
	18,18	1	3,3	3,3	83,3
	18,33	1	3,3	3,3	86,7
	18,79	1	3,3	3,3	90,0
	19,09	1	3,3	3,3	93,3
	19,24	1	3,3	3,3	96,7
	19,70	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla Nº 17: Prueba de Campo: Encuesta Final. Estadísticos (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

N	Válidos	30
	Perdidos	0
Media		16,6510
Mediana		17,2700
Moda		17,58
Desviación Típica		2,0108
Varianza		4,0432
Sesgo		-1,022
Error Típico del Sesgo		0,427
Curtosis		0,849
Error Típico de Curtosis		0,833
Rango		8,34
Mínimo		11,36
Máximo		19,70
Suma		499,53
Percentiles	10	13,0310
	20	15,3300
	30	15,7900
	40	16,6640
	50	17,2700
	60	17,5800
	70	17,6850
	80	18,1200
	90	19,0600
	100	19,70

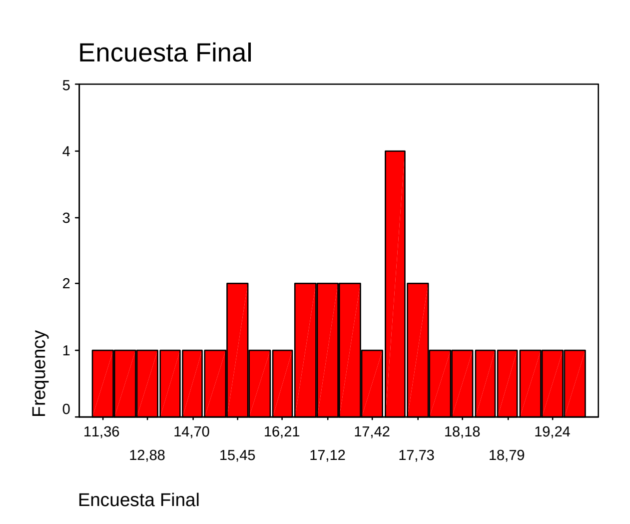


Fig. 26: Prueba de Campo. Encuesta Final. Distribución de frecuencias. Gráfico de barras (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

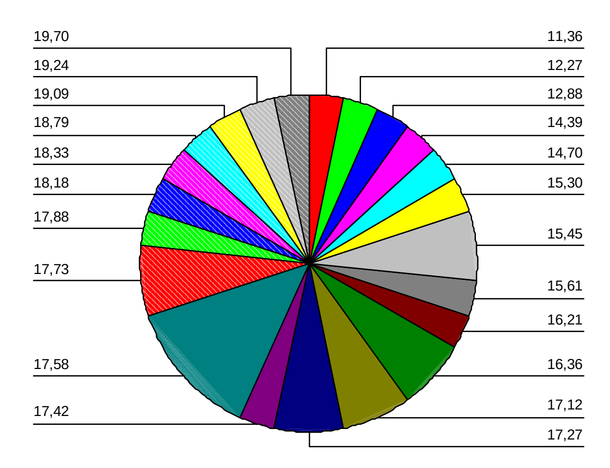


Fig. 27: Prueba de Campo. Encuesta Final. Distribución de frecuencias. Gráfico por sectores (Fuente: Generado por SPSS® versión estudiantil)

4.5.2 Discusión

Prueba de Rendimiento

Los resultados arrojados por la prueba de rendimiento aplicada en la Prueba Campo y el correspondiente estudio estadístico realizado (Tabla Nº 10 a Tabla Nº 14 y Fig. 20 a Fig. 25), permiten hacer el siguiente análisis:

1. En lo que respecta a la dimensión *Dominio de Aspectos Teóricos*, el Coeficiente de Sesgo calculado para el conjunto de datos aportado por la prueba, con un valor de -1,378, indica una distribución significativamente sesgada hacia la izquierda. En consecuencia, se puede afirmar que la mediana (4,00) y la moda (4,00) que corresponden a ese conjunto, representan un mejor indicativo que la media (3,33) para establecer el centro aproximado de la distribución. Por otra parte, se puede observar cómo casi el 90% (86,66%) de los datos corresponden a calificaciones iguales o superiores a tres (3) puntos, en una prueba cuya calificación máxima posible es de cuatro (4) puntos, es decir, casi el 90% de los estudiantes alcanzaron o superaron el 75% de esta calificación. Todo lo anterior permite concluir que el grupo de estudiantes que participaron en la prueba de rendimiento en cuestión, demostró un desempeño excelente en el aspecto considerado.
2. En lo referente a la dimensión *Capacidad de Resolución de Problemas*, se obtuvo un Coeficiente de Sesgo igual a -1,064, lo que indica una distribución marcadamente sesgada a la izquierda, por lo que se emplea la mediana como medida de tendencia central representativa. El valor obtenido para la mediana en esta distribución es de 12,00 puntos. Por otra parte, mediante la observación de los percentiles calculados, se puede aseverar que más del 50% de los estudiantes obtuvo una calificación igual o superior al 75% de la calificación máxima posible de dieciséis (16) puntos, es

decir, ocho (8) puntos, en tanto que menos de 20% (sólo 16,66% exactamente) obtuvo una calificación inferior al 50% de dicha calificación máxima. Todo lo anterior permite concluir que el grupo de estudiantes que participaron en la prueba de rendimiento en cuestión, demostró un desempeño de bueno a excelente en el aspecto *Capacidad de Resolución de Problemas*.

3. En cuanto a la *Calificación Global*, calculada a partir de la suma de las calificaciones correspondientes a las dos dimensiones anteriores, se puede ver cómo el Coeficiente de Sesgo calculado (-1,242) muestra también una distribución sesgada a la izquierda, por lo que se debe tomar a la mediana como medida de tendencia central representativa. El valor de la mediana es de 16,00 puntos. Observando los resultados tabulados, es posible afirmar que más del 60% de los estudiantes (66,66%) obtuvo una calificación igual o superior a quince (15) puntos, es decir, igual o superior al 75% de la calificación máxima posible de veinte (20) puntos. Por otra parte, menos del 20% de los participantes (un 13,33% exactamente) obtuvo una calificación inferior a diez (10) puntos. Todo lo anterior permite concluir que el grupo de estudiantes que participaron en la prueba de rendimiento en cuestión, demostró un desempeño excelente en lo que respecta a la *Calificación Global*.

Encuesta Final

Los resultados arrojados por la Entrevista Final aplicada en la Prueba Campo y el correspondiente estudio estadístico realizado (Tabla Nº 15 a Tabla Nº 17 y Fig. 26 y 27), permiten hacer el siguiente análisis:

El Coeficiente de Sesgo (Tabla Nº 17) calculado presenta un valor de -1,022, lo cual es un claro indicativo de una distribución sesgada a la izquierda, por lo que se toma a la mediana como medida de tendencia central representativa, con un valor de 17,27 puntos. Observando la Tabla Nº 16 puede afirmarse que sólo el 16,7% de los estudiantes que evaluaron el tutorial *El Plano en el Sistema Diédrico* mediante la Entrevista Final, otorgaron una calificación igual o inferior a quince (15) puntos, lo que representa el 75% de la calificación máxima posible de veinte (20) puntos. En consecuencia, el 83,3% de los estudiantes valoraron a la herramienta desarrollada con una calificación superior a quince (15) puntos. Todo lo anterior permite concluir que el grupo de estudiantes que participaron en la Entrevista Final, calificó al tutorial *El Plano en el Sistema Diédrico* como excelente.

CAPÍTULO V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 CONCLUSIONES

Luego de realizar las actividades correspondientes al proceso de desarrollo de la herramienta educativa computacional *El Plano en el Sistema Diédrico*, incluyendo la revisión documental preliminar, el análisis de necesidades, el diseño y el desarrollo del programa, se generaron las siguientes conclusiones:

- El vertiginoso desarrollo tecnológico que la sociedad humana experimenta en la actualidad ha permitido impulsar la producción de materiales educativos computacionales, cada vez con mayores prestaciones y potencialidades, los cuales representan valiosos instrumentos de apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje a todos los niveles educativos, tanto formales como informales. La utilidad de estas herramientas es especialmente evidente cuando se diseñan específicamente para el trabajo con áreas del conocimiento caracterizadas por un alto contenido gráfico bidimensional y tridimensional; tal es el caso de la Geometría Descriptiva.
- El desarrollo de software requiere de la aplicación de una metodología validada, a fin de lograr un producto de calidad que cumpla con los objetivos que orientaron su creación. En la actualidad se cuenta con una gran variedad de propuestas que representan alternativas para los desarrolladores. Sin embargo, a la hora de producir material computacional dirigido al campo educativo, se recomienda la aplicación de una metodología diseñada específicamente para ese fin. Tal es el caso de la propuesta elaborada por Galvis (1992), la cual se enmarca dentro del modelo tradicional de desarrollo en cascada y se enfoca en las necesidades académicas de estudiantes y docentes.
- El proceso de desarrollo de un material educativo computarizado de calidad requiere, en la etapa de diseño, de una cuidadoso estudio de necesidades educativas y de las características del tema o área de conocimiento, elementos que determinan el modelo instruccional o didáctico bajo el cual se diseñarán los componentes de la interfaz del sistema, las actividades a ser realizadas por el usuario y las estrategias de evaluación más adecuadas.
- La documentación de cada una de las etapas del proceso de desarrollo de un material educativo computarizado constituye un aspecto de importancia capital, ya que representa una fuente de información insustituible para futuras expansiones, actualizaciones y modificaciones en general.
- La evaluación y retroalimentación son acciones que deben ejecutarse al final de cada una de las etapas del proceso de desarrollo de materiales educativos computarizados. Particularmente resulta de utilidad la evaluación por parte de expertos, la opinión de los usuarios potenciales y el

diseño y aplicación de pruebas piloto y pruebas de campo, por medio de las cuales se debe evaluar la efectividad del producto desarrollado desde el punto de vista educativo.

- El proceso de desarrollo de materiales educativos computacionales debe ser abordado por un grupo multidisciplinario, que integre a diseñadores instruccionales, expertos en el área particular de conocimiento y expertos en informática, con el objeto de fortalecer cada uno de los aspectos del producto elaborado.
- En lo que respeta al tutorial *El Plano en el Sistema Diédrico*, las diferentes pruebas realizadas al final de la etapa de desarrollo (evaluación por expertos, prueba piloto y prueba de campo) demostraron la efectividad de la herramienta mencionada como apoyo de los procesos de enseñanza y aprendizaje del tema *El Plano*, correspondiente a la asignatura Sistemas de Representación 10, por lo que se ha decidido implementar su uso en futuros períodos académicos, tanto como recurso didáctico en clases presenciales, como instrumento de apoyo del estudio independiente por parte del alumno.

5.2 RECOMENDACIONES

- Continuar realizando evaluaciones al tutorial *El Plano en el Sistema Diédrico*, con el propósito de fortalecerlo en los aspectos técnico, educativo y estético.
- Generar nuevas aplicaciones educativas computarizadas para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de los demás temas de Geometría Descriptiva que se incluyen en las asignaturas Sistemas de representación 10 y Sistemas de Representación 20, dando así continuidad a la línea de investigación y ofreciendo a los estudiantes el beneficio de contar con herramientas útiles para el desarrollo de las competencias requeridas.
- Fomentar la aplicación de materiales digitales educativo como herramientas de apoyo de la enseñanza y el aprendizaje en todas las áreas de conocimiento que integran el Ciclo Básico de las carreras de ingeniería de la Universidad de Los Andes.
- Integrar a los estudiantes tesistas de la carrera de Ingeniera de Sistemas, Opción Sistemas Computacionales, como expertos en informática y programación digital, en equipos de desarrollo de aplicaciones educativas computacionales, tanto en el área de Geometría Descriptiva como en las demás áreas del conocimiento. Ello redundará en productos de mejor calidad y con mayores potencialidades técnicas y educativas.

REFERENCIAS

BANDURA, A. (1986) *Social Foundations of thought an action. A social cognitive theory*. Prentice Hall. Nueva York.

BECK, K. (1999) *Extreme Programming Explained: Embrace Change.* AddisonWesley.

BLOOM, B. S. (1971) *Mastery learning.* Holt, Rinehart and Winston. Nueva York.

BOEHM, B. (1988) A *Spiral Model of Software Development and Enhancement*. IEEE Computer. Volumen 21, Número 5. Pgs. 61-72.

CALDERÓN, J. (2009) *Desarrollo de un sistema computacional para el mejoramiento de la comprensión de los aspectos teóricos de Geometría Descriptiva*. [Documento en línea]. Ponencia presentada en el Seventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. San Cristóbal, Venezuela. Disponible en: http://www.laccei.org/LACCEI2009-Venezuela/p86.pdf [Consulta: 15 de diciembre de 2009]

CARROL, J. B. (1971) *Problems of measuremnet related to the concept of learning for mastery*. Holt, Rinehart and Winston. Nueva York.

COLLAZOS, C. y GUERRERO, L. (2001) *Diseño de Software Educativo*. Memorias del Congreso en Educación e Informática. Valencia, Venezuela.

COVA, A., ARRIETA, X. y RIVEROS, V. (2008) *Análisis y comparación de diversos modelos de evaluación de software educativo*. Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento. Año 5, Número 3. Págs. 45 – 67.

EGGEN, P. y KAUCHAK, D. (2001) *Estrategias Docentes*. Fondo de Cultura Económica. México.

GALVIS, Álvaro. (1992) *Ingeniería de Software Educativo*. Ediciones Uniandes. Bogotá.

JOYCE B., WEIL, M. y CALHOUN, E. (2006) *Modelos de Enseñanza*. Gedisa. Barcelona.

MALDONADO, (1995) Luis Facundo. *La pedagogía como ingeniería social*. Revista Educación y pedagogía. Números 14 y 15. Volumen 7. Págs. 323 - 335.

OSERS, H., OSERS, R., OSERS, T. Y OSERS M. (2006) *Estudio de Geometría Descriptiva*. Editorial Torino. Caracas.

PADRÓN, I. (2008) *Procecad: Software de Geometría Descriptiva para Windows* [Programa de computación en línea]. Disponible en http://www.procecad.com [Consulta: Febrero de 2010]

PAVLOV, I. (1927) *Conditioned Reflex. An Investigation of Psysiological activity of the cerebral context*. Oxford University Press. Londres.

PÉREZ, A. M. (2003). Geometría Descriptiva [Libro electrónico en línea]. Disponible en http://webdelprofesor.ula.ve/nucleotrujillo/alperez/ [Consulta: Noviembre de 2009]

PLAVJANICK, P. *Descriptive Geometry*. [Programa de computación en línea]. Disponible en http://dg.vidivici.cz/dg/dge.html [Consulta: Febrero de 2010]

PRESSMAN, R. S. (2002). *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. Quinta edición. McGraw-Hill. Madrid.

RANGEL, M. (2006) *Desarrollo de un sistema hipermedia para el aprendizaje de Geometría Descriptiva, bajo herramientas de de software libre*. Trabajo Especial de Grado no publicado, Universidad de los Andes, Mérida.

SÁNCHEZ, J., IRIARTE, P. & Méndez, M. (1999) *Construyendo y Aprendiendo con el computador. Integración de medios interactivos para la capacitación de profesores en informática educativa*. VIII Congreso Nacional de Informática Educativa, Universidad del Bio Bio, Chillán.

SANDIA, B. E. (2002) Multimedia. Determinación del verdadero tamaño de planos a partir de la aplicación de métodos dinámicos conocidos como abatimiento y cambio de plano. Trabajo de ascenso no publicado. Universidad de Los Andes, Mérida.

SKINNER, B. K. (1953) *Science and human behavior*. Martínez Roca. Barcelona.

VYGOTSKY, L.S. (1978) *Mind and society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press. Cambridge.

THORNDIKE, E. L. (1913) *The psychology of learning. Volumen II*. Teachers College, Nueva York.

WATSON, J. B. y RAYNER, R. (1921) *Conditioned Emotional Reactions*. Journal of Experimental Psychology. Pgs. 1-14.

ANEXOS

ANEXO 1

INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN DE SOFTWARE EDUCATIVO (EVALUACIÓN POR PARTE DE EXPERTOS)

Nombre del Evaluador____
Fecha______________________________

PARTE 1: CALIDAD EDUCATIVA
Marque con una equis (x) la casilla que considere apropiada en cada planteamiento.
Escala: 3: Completamente de acuerdo. 2: Parcialmente de acuerdo. 1: Completamente en desacuerdo

	PLANTEAMIENTO	3	2	1
1	El programa explica la materia de estudio en forma concreta y precisa			
2	El software es útil en el ámbito educativo			
3	El contenido es adecuado a los alumnos a los que está dirigido			
4	El contenido no tiene prejuicios ni estereotipos			
5	La aplicación es adecuada para su uso informático			
6	El nivel de comprensión y el tono se ajusta a la población a la que se dirige			
7	Las preguntas son apropiadas al contenido y miden el dominio del estudiante			
8	El enfoque se ajusta a los estudiantes a los que se dirige			
9	El estudiante es un participante activo en el proceso de aprendizaje			
10	El usuario comprende la presentación en pantalla			
11	El software estimula la creatividad y propicia la toma de decisiones			
12	El usuario puede detener la actividad en cualquier momento y volver al menú principal			
13	Los objetivos de aprendizaje están explícitos			
14	La retroalimentación es oportuna, positiva, informativa y pertinente			
15	El modelo didáctico es válido y se ajusta a los estudiantes a los que se dirige			

PARTE 2: CALIDAD TÉCNICA
Marque con una equis (x) la casilla que considere apropiada en cada planteamiento.
Escala: 3: Completamente de acuerdo. 2: Parcialmente de acuerdo. 1: Completamente en desacuerdo

	PLANTEAMIENTO	3	2	1
1	El software se ejecuta sin retrasos indebidos			
2	Los gráficos son claros y de fácil interpretación			
3	Las explicaciones sobre procedimientos e instrucciones son claras			
4	La interfaz es sencilla y de fácil uso			
5	La secuencia de los elementos del menú (o menús) es lógica			
6	El usuario requiere de un conocimiento mínimo de informática para trabajar con el programa			
7	El tiempo de inicio para la puesta en práctica del estudiante no es excesivo			
8	Los gráficos favorecen el centrado de la atención en el tema y no resultan ser distractores			
9	Los gráficos se utilizan para motivar y resultan adecuados a la población estudiantil			
10	La calidad de los gráficos es buena			
11	La garantía que se suministra es adecuada			

PARTE 3: CALIDAD ESTÉTICA

Marque con una equis (x) la casilla que considere apropiada en cada planteamiento.

Escala: 3: Completamente de acuerdo. 2: Parcialmente de acuerdo. 1: Completamente en desacuerdo

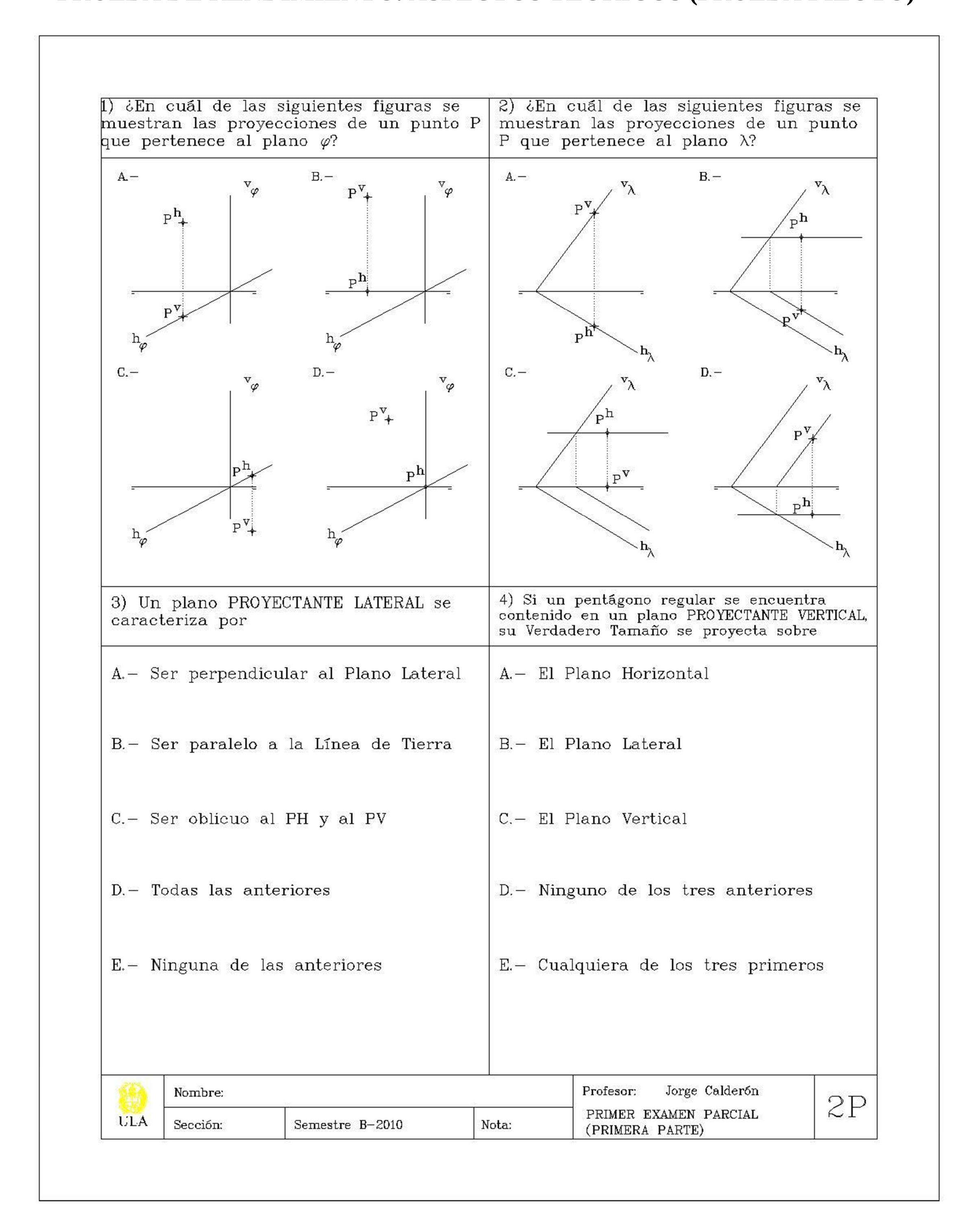
	PLANTEAMIENTO	3	2	1
1	La combinación de colores empleada resulta cómoda para el usuario			
2	Los gráficos armonizan con el entorno de trabajo			
3	La fuente empleada resulta adecuada y de fácil lectura			
4	Las pantallas presentan un diseño claro y atractivo			
5	Los iconos presentan un diseño agradable y de fácil localización			

Gracias por la colaboración prestada

Prof. Jorge Luis Calderón Salcedo

ANEXO 2

PRUEBA DE RENDIMIENTO. ASPECTOS TEÓRICOS (PRUEBA PILOTO)



1) ¿En cuál de las siguientes figuras se muestran las proyecciones de un punto P que pertenece al plano φ?

A.– B.– C.– D.–

2) ¿En cuál de las siguientes figuras se muestran las proyecciones de un punto P que pertenece al plano λ?

A.– B.– C.– D.–

3) Un plano PROYECTANTE LATERAL se caracteriza por

A.– Ser perpendicular al Plano Lateral

B.– Ser paralelo a la Línea de Tierra

C.– Ser oblicuo al PH y al PV

D.– Todas las anteriores

E.– Ninguna de las anteriores

4) Si un pentágono regular se encuentra contenido en un plano PROYECTANTE VERTICAL, su Verdadero Tamaño se proyecta sobre

A.– El Plano Horizontal

B.– El Plano Lateral

C.– El Plano Vertical

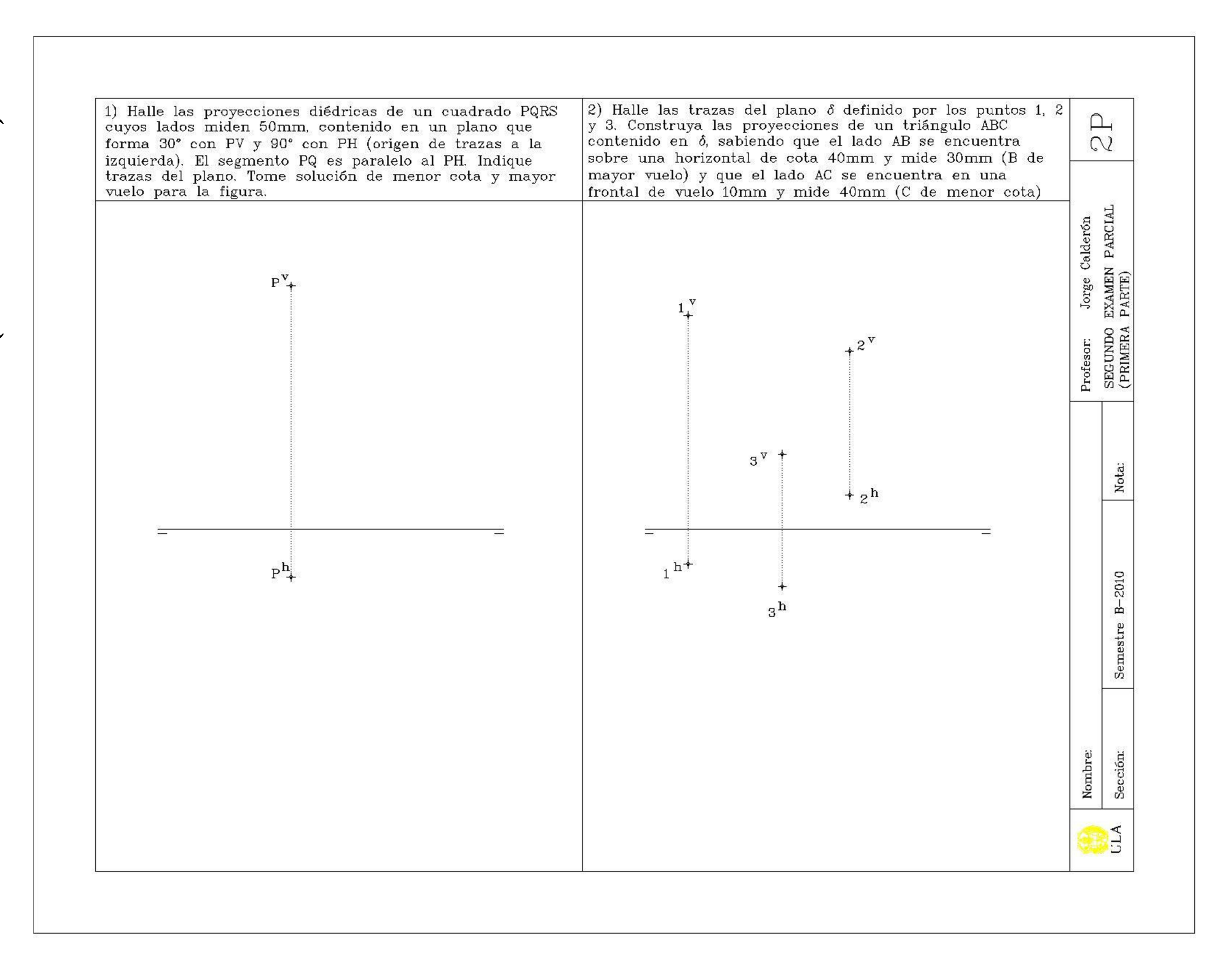
D.– Ninguno de los tres anteriores

E.– Cualquiera de los tres primeros

ULA | Nombre: | Profesor: Jorge Calderón | 2P

Sección: | Semestre B–2010 | Nota: | PRIMER EXAMEN PARCIAL (PRIMERA PARTE)

PRUEBA DE RENDIMIENTO. PROBLEMAS (PRUEBA PILOTO)



ANEXO 3

PRUEBA DE RENDIMIENTO. ASPECTOS TEÓRICOS (PRUEBA DE CAMPO)

2) Los elementos fundamentales que intervienen en la operación de abatimiento de un plano son

   a. Ancho, largo y profundidad
   b. Centro, triángulo y círculo
   c. Centro y radio de abatimiento
   d. Centro, radio y eje de abatimiento

1) Una recta de Máxima Pendiente perteneciente a un plano π es

   a. Paralela a la traza vertical del plano π
   b. Perpendicular a la traza horizontal del plano π
   c. Paralela a la traza horizontal del plano π
   d. Perpendicular a la traza vertical del plano π

3) Si queremos encontrar el ángulo α que forma un plano π con el PH, debemos

   a. Hallar el ángulo α de una RMP del plano π
   b. Hallar el ángulo β de una RMP del plano π
   c. Hallar el ángulo α de una RMI del plano π
   d. Hallar el ángulo β de una RMI del plano π

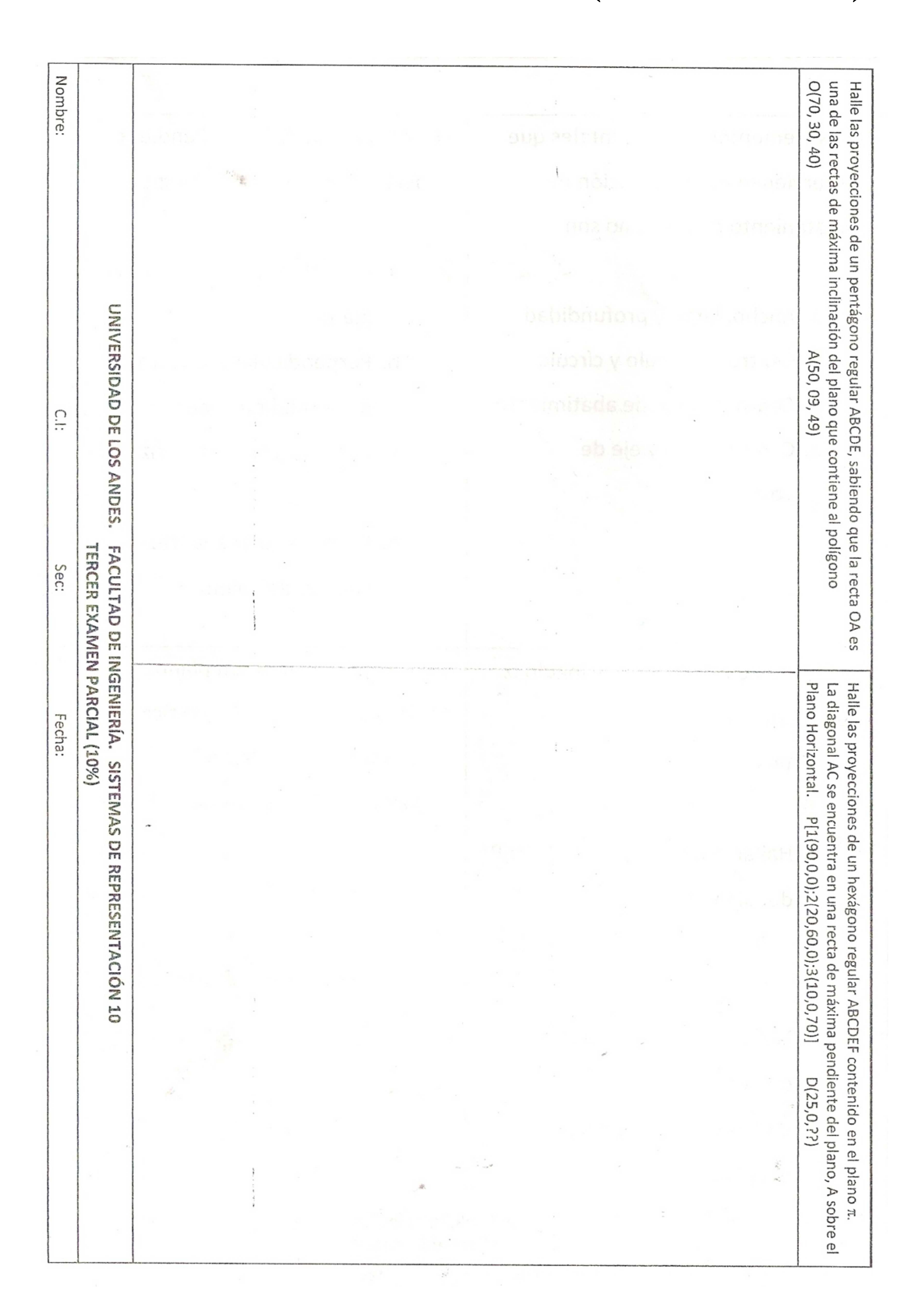
4) Si se quiere abatir un plano alrededor de su traza vertical, los radios de abatimiento correspondientes serán

   a. Rectas frontales
   b. Rectas de Máxima Pendiente
   c. Rectas horizontales
   d. Rectas de Máxima Inclinación

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. FACULTAD DE INGENIERÍA. SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN 10
TERCER EXAMEN PARCIAL (10%)

Nombre: C.I: Sec: Fecha:

PRUEBA DE RENDIMIENTO. PROBLEMAS (PRUEBA DE CAMPO)



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. FACULTAD DE INGENIERÍA. SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN 10
TERCER EXAMEN PARCIAL (10%)

Nombre: C.I: Sec: Fecha:

Halle las proyecciones de un pentágono regular ABCDE, sabiendo que la recta OA es una de las rectas de máxima inclinación del plano que contiene al polígono O(70, 30, 40) A(50, 09, 49)	Halle las proyecciones de un hexágono regular ABCDEF contenido en el plano π. La diagonal AC se encuentra en una recta de máxima pendiente del plano, A sobre el Plano Horizontal. P[1(90,0,0);2(20,60,0);3(10,0,70)] D(25,0,??)

ANEXO 4

ENCUESTA FINAL (PRUEBA DE CAMPO)

ENCUESTA FINAL – PRUEBA DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO “EL PLANO EN EL SISTEMA DIÉDRICO”

PROPÓSITO
Este instrumento busca obtener información acerca de diversos aspectos didácticos involucrados en el material educativo computarizado que usted acaba de utilizar. Esto permitirá hacer los ajustes y recomendaciones que se requieran para su manejo dentro de un proceso normal de enseñanza y aprendizaje.
INSTRUCCIONES
En las páginas siguientes aparece una colección de enunciados relativos al material educativo computarizado que usted utilizó. Interesa saber qué opina sobre cada afirmación. Su opinión sincera es muy importante. Básese en la siguiente escala para valorar cada enunciado:

1. Desacuerdo Total
2. Desacuerdo Parcial
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4. Acuerdo Parcial
5. Acuerdo Total

Usted debe dar una opinión sobre lo afirmado en cada frase utilizando las alternativas 5 – 4 – 3 – 2 – 1. Marque con una equis (X) la alternativa elegida; por ejemplo, si marca 5 en cualquiera de las afirmaciones, eso indica usted está de acuerdo plenamente con ella.

	PLANTEAMIENTO	5	4	3	2	1
1	He disfrutado con el uso de este apoyo educativo en el computador					
2	Después de haber utilizado el programa, creo que necesito profundizar mucho más en el tema de estudio					
3	Creo que los contenidos del programa son suficientes para trabajar el tema					
4	El ocasiones sentí que perdía el gusto por utilizar este material computacional					
5	La información de retorno dad por el programa fue adecuada para saber cuánto estaba aprendiendo					
6	Utilizar este programa es verdaderamente estimulante					
7	Sin este programa creo que sería imposible aprender los contenidos más importantes del tema					
8	Sentí que cuando fallaba en mis respuestas, el programa no me daba pistas para hallar el error					
9	Los contenidos tal como fueron presentados por el programa son muy difíciles de comprender					
10	Si yo quiero, el programa me permite ir despacio o rápido en mi aprendizaje					
11	Los contenidos me parecen fáciles					
12	Creo que los mensajes motivadores no son convincentes					
13	Utilizando esta ayuda aprendí elementos que anteriormente no había entendido					
14	Pienso que los contenidos presentados por el programa son de poco uso práctico					
15	Me hubiera gustado contar con menos oportunidades de ejercitación					
16	Este paquete educativo hace que los contenidos adquieran un excelente grado de claridad					
17	Me parece que el tipo de preguntas que hace este programa no es el adecuado					
18	El programa me dio la oportunidad de ejercitarme suficientemente					
19	En determinados momentos sentí desmotivación por el tipo de respuestas dadas en el computador					
20	El programa me permitió hacer prácticas verdaderamente significativas					

21	Pienso que el uso de esta ayuda computacional desmotiva al estudiante en su aprendizaje					
22	El nivel de exigencia en los ejercicios corresponde a lo enseñado					
23	Me agrada la forma como este programa me impulsa a seguir en mi proceso de aprendizaje					
24	El programa no me permite ir a mi propio ritmo de aprendizaje					
25	Me pareció que no fueron suficientes los contenidos del programa para trabajar el tema					
26	Pienso que los procesos de aprendizaje apoyados con computador tienen ventajas sobre los que no utilizan estos medios					
27	Este apoyo computacional no me ayudó a aprender lo más importante del tema					
28	Después de haber utilizado el programa me siento en capacidad de aplicar lo aprendido					
29	Durante todo el tiempo que utilicé el programa, siempre me mantuve animado a realizar las actividades propuestas					
30	Los colores usados en el programa son agradables					
31	La letra utilizada permite leer con facilidad					
32	Los gráficos y efectos visuales ayudan a entender el tema					
33	Me gustaría volver a participar en otra prueba de materiales educativos computarizados.					

Muchas gracias por su colaboración

Profesor Jorge Luis Calderón Salcedo